

**Formulación de un Plan de Manejo Ambiental (PMA) para la operación y control de  
vertimientos en la PTAR del Trapiche Lucerna**

**Autor**

**Carlos Andrés Alomia Quintero**

**Proyecto aplicado**

**Presentado como requisito para optar el título**

**Ingeniera Ambiental**

**Director(a):**

**Liliana Beltrán Acevedo**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia**

**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente**

**Programa de Ingeniería Ambiental**

**Palmira**

**2019**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

**Aprobada en Fecha**

---

---

**Firma del presidente del Jurado**

---

**Firma del Orientador**

## **1. RESUMEN**

Las aguas residuales de origen industrial y doméstico se han convertido en un grave problema para los países alrededor del mundo debido a que los vertimientos generados por estas actividades antrópicas contaminan los afluentes que abastecen de agua a pequeñas zonas rurales y a grandes metrópolis, lo que pone en riesgo la salud de la población y el equilibrio del planeta.

El presente documento resulta del análisis y evaluación de los impactos ambientales generados por planta de tratamiento de aguas residuales del trapiche Lucerna. Para la evaluación ambiental se elaboraron matriz de Leopold y se establecieron los ASPI (actividades susceptibles a producir impactos) para dicho proceso.

Como resultado de la matriz de Leopold y el diagnóstico ambiental se identificó que las interacciones más significativas durante el tratamiento de aguas residuales del trapiche Lucerna fueron: contaminación del recurso hídrico 24 % con 10 interacciones, mejoramiento en la calidad del recurso hídrico 17% con 7, generación de residuos sólidos y peligrosos 17 % con 7 interacciones, intoxicación de ecosistemas acuáticos 15% con 6 interacciones, capacitaciones y conocimientos básicos sobre aguas residuales 15% con 6 interacciones y la proliferación de algas y especies invasoras 12% con 5 interacciones

Con lo anterior se evidenció la pertinencia de proponer programas encaminados a mejorar la operación de la PTAR y controlar de manera eficiente los vertimientos especialmente en los procesos de elaboración y molinos, con la premisa de minimizar las pérdidas económicas de la empresa y aumentar los porcentajes de remoción de contaminantes.

## **2. ASBTRACT**

Wastewater of industrial and domestic origin has become a serious problem for countries around the world because the discharges generated by these anthropic activities pollute the tributaries that supply water to small rural areas and large metropolises, which puts risk the health of the population and the balance of the planet.

This document results from the analysis and evaluation of the environmental impacts generated by the wastewater treatment plant of the Lucerna trapiche. For the environmental assessment, Leopold matrix was prepared and ASPIs (activities susceptible to producing impacts) were established for this process.

As a result of the Leopold matrix and the environmental diagnosis, it was identified that the most significant interactions during the treatment of wastewater from the Lucerne trapiche were: contamination of the water resource 24% with 10 interactions, improvement in the quality of the water resource 17% with 7 , generation of solid and hazardous waste 17% with 7 interactions, intoxication of aquatic ecosystems 15% with 6 interactions, training and basic knowledge about wastewater 15% with 6 interactions and the proliferation of algae and invasive species 12% with 5 interactions

With the above, the relevance of proposing programs aimed at improving the operation of the WWTP and efficiently controlling the discharges, especially in the manufacturing processes and mills, was evidenced, with the premise of minimizing the economic losses of the company and increasing the percentages of pollutant removal.

## CONTENIDO

1. RESUMEN .....	3
2. ASBTRACT.....	4
3. INTRODUCCIÓN .....	15
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
5. JUSTIFICACIÓN .....	22
6. OBJETIVOS .....	25
6.1. Objetivo general .....	25
6.2. Objetivos Específicos .....	25
7. MARCO TEÓRICO.....	26
7.1. Tratamiento de aguas residuales en Colombia.....	26
7.2. Aguas Residuales Industriales.....	30
7.3. Compuestos orgánicos de efluentes domésticos e industriales .....	30
7.4. Usos del agua en la Industria Azucarera .....	31
7.5. Aguas residuales en la industria azucarera.....	31
7.5.1. Agua de lavado de caña .....	32
7.5.2. Agua de condensados. ....	32
7.5.3. Agua residual en la evaporación.....	33
7.6. Tratamiento de aguas Residuales. ....	33
7.7. Tipos de procesos para el tratamiento de aguas residuales. ....	33
7.7.1. Procesos físicos.....	33
7.7.2. Procesos químicos .....	34
7.7.3. Procesos biológicos .....	34
7.8. Tratamiento de aguas residuales en la industria azucarera. ....	34
7.9. Etapas de tratamiento biológico de aguas residuales. ....	34
7.9.1. Tratamientos preliminares. ....	34
7.9.2. Desarenador .....	35
7.9.3. Trampas de grasas .....	35
7.9.4. Tratamientos primarios.....	35
7.9.5. Sedimentación primaria.....	37
7.9.6. Coagulación .....	37
7.9.7. Floculación .....	37

7.9.8. Piscina de aireación .....	37
7.9.9. Laguna de estabilización .....	38
7.10. Proceso de la fabricación de azúcar y miel .....	38
7.11. Etapas del proceso de fabricación de azúcar y miel en un trapiche .....	39
7.11.1. Preparación de caña .....	39
7.11.2. Molienda.....	39
7.11.3. Generación de vapor.....	39
7.11.4. Generación de Energía Eléctrica. ....	40
7.11.5. Sulfitación, encalado y alcalinización .....	40
7.11.6. Calentamiento y clarificación de jugo .....	40
7.11.7. Clarificación y purificación del jugo filtrado .....	40
7.11.8. Evaporación .....	41
7.11.9. Clarificación de meladura.....	41
7.11.10. Cristalización .....	41
7.11.11. Centrifugación .....	42
7.11.12. Secado.....	42
7.11.13. Envase y almacenamiento .....	42
7.12. Impactos ambientales generados por la industria azucarera .....	43
7.13. Matriz de Impacto Ambiental .....	44
7.13.1. Matriz de Leopold .....	45
7.14. Diagnóstico Ambiental.....	45
7.15. Evaluación ambiental .....	46
7.16. Lista de chequeo simple .....	47
7.17. Plan de Manejo Ambiental .....	48
8. MARCO CONCEPTUAL .....	49
8.1. Vertimiento.....	49
8.2. Vertimiento puntual.....	49
8.3. Vertimiento no puntual.....	49
8.4. Aguas residuales.....	49
8.5. Caudal.....	50
8.6. Carga orgánica.....	50
8.7. Caracterización de aguas residuales.....	50

8.8. Temperatura. ....	51
8.9. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO). ....	51
8.10. Demanda química de oxígeno (DQO).....	52
8.11. Los aceites y grasas .....	52
8.12. Potencial de hidrogeniones (pH) .....	52
8.13. Impacto ambiental .....	53
8.14. Tipos de Impactos .....	53
8.15. Residuos peligrosos.....	53
8.16. Zonificación ambiental.....	54
8.17. Sensibilidad ambiental .....	54
8.18. Área de Influencia Directa .....	54
8.19. Medio Abiótico .....	55
8.20. Medio Biótico.....	55
8.21. Medio Socio económico.....	55
Medidas de compensación .....	55
8.22. Medidas de corrección .....	56
8.23. Medidas de mitigación: .....	56
8.24. Medidas de prevención.....	56
9. MARCO LEGAL.....	57
10. METODOLOGÍA .....	60
10.1.1. Fase 1. Revisión documental .....	60
10.1.2. Fase 2. Recolección de la información .....	60
10.1.3. Fase 3. Organización de la información .....	60
10.1.4. Fase 4. Análisis de la información.....	61
10.2. Fase 5. Construcción del documento final .....	61
11. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	63
11.1. Localización del trapiche Lucerna .....	63
Historia del trapiche Lucerna .....	64
11.2. Caracterización del area de influencia .....	64
11.2.1. Altura y Temperatura.....	66
11.2.2. Hidrografía.....	66
11.2.3. Descripción Socioeconómica .....	67

11.3. Análisis del sistema de tratamiento de la PTAR del Trapiche Lucerna.....	68
11.3.1. Rejillas artesanales. ....	70
11.3.2. Trampa de Grasas .....	71
11.3.3. Laguna de Sedimentación.....	72
11.3.4. Laguna de Aireación Mecánica .....	73
11.3.5. Laguna aerobia de maduración y/o estabilización.....	74
11.4. Identificación de impactos ambientales generados por los procesos del trapiche Lucerna .....	76
11.4.1. Análisis de las matrices de aspectos e impactos ambientales.....	85
11.5. Análisis de las características fisicoquímicas del agua vertida por el Trapiche Lucerna	90
11.6. Lista de chequeo simple de aspectos básicos y normativos de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	93
11.7. Evaluación del conocimiento al personal del trapiche Lucerna sobre tratamiento de aguas residuales .....	97
11.7.1. Encuesta a trabajadores del Trapiche Lucerna .....	97
11.7.2. Entrevista al operario de la PTAR.....	103
12. Evaluación ambiental de la PTAR del Trapiche Lucerna.....	105
12.1. Análisis de la matriz de Leopold.....	108
12.2. Análisis interacciones más significativos.....	110
13. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....	112
13.1. Objetivo de PMA .....	112
13.2. Alcance del PMA .....	112
13.3. Propuesta para el PMA.....	112
13.4. Programas del plan de manejo ambiental.....	113
Estandarización de las Rutinas de limpieza a las unidades de tratamiento .....	115
Identificación de puntos críticos que generan vertimientos .....	118
constantes e intermitentes.....	118
Plan de contingencia para derrames de sustancias químicas e hidrocarburos.....	121
Rutinas de limpieza e instalación de rejillas .....	124
Limpieza de acequias .....	127
Manual de funciones del personal que labora en la planta de tratamiento de aguas residuales .....	130
Estandarización en la toma de muestras de agua usada para la medición de los parámetros establecidos por la empresa.....	132



Programa para el manejo de residuos peligrosos .....	135
Educación ambiental a los trabajadores .....	137
Campaña de reforestación con la comunidad de Chocosito.....	140
Programa de seguimiento y monitoreo.....	143
14. DISCUSIÓN GENERAL.....	146
15. CONCLUSIONES .....	147
16. RECOMENDACIONES.....	149
17. BIBLIOGRAFÍA .....	151
18. ANEXOS .....	157
Anexos 1.....	157
Anexos 2.....	159
Anexos 3.....	160
Anexos 4.....	161

## **TABLAS**

Tabla 1. Normatividad ambiental aplicable al proyecto .....	57
Tabla 2: Especificaciones técnicas laguna de sedimentación .....	72
Tabla 3 Dimensiones laguna de aireación .....	73
Tabla 4 Dimensiones laguna aerobia de maduración y/o estabilización .....	74
Tabla 5 Matriz ASPI del proceso de generación de vapor.....	76
Tabla 6 Matriz ASPI Recepción y preparación de la caña .....	77
Tabla 7 Matriz ASPI Recepción y preparación de la caña .....	79
Tabla 8 Matriz ASPI Evaporación, clarificación de jugo y meladura .....	80
Tabla 9 Matriz ASPI Cristalización y centrifugación.....	81
Tabla 10 Matriz ASPI Secado, empaque y almacenamiento (azúcar y miel).....	81
Tabla 11 Matriz ASPI Mantenimiento y taller agrícola.....	83
Tabla 12 Matriz ASPI Laboratorio .....	84
Tabla 13 Caracterización de los vertimientos del trapiche Lucerna año 2019 .....	90
Tabla 14 Caracterización de los vertimientos del trapiche Lucerna año 2018 .....	91
Tabla 15: Lista de chequeo requerimientos básicos para la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	93
Tabla 16 Matriz de Leopold de la PTAR del Trapiche Lucerna.....	105
Tabla 17 Conformación del Plan de Manejo Ambiental .....	113

## IMÁGENES

Imagen 1.Descripcion del proceso de producción de un trapiche. ....	43
Imagen 2:Planta de producción trapiche Lucerna 2018.....	63
Imagen 3.Ubicación de Florida en el mapa del valle del cauca.....	65
Imagen 4. Cuencas hidrográficas de Florida(valle). ....	67
Imagen 5.Rejillas artesanales diseñadas para el proceso de molinos. ....	71
Imagen 6. Sistema de trampas de grasas de la PTAR del trapiche Lucerna. ....	71
Imagen 7. Laguna de sedimentación de la PTAR del trapiche Lucerna. ....	73
Imagen 8.Laguna de aireación de la PTAR del trapiche Lucerna 2016. ....	74
Imagen 9. Laguna de maduración o estabilización.....	75
Imagen 10. Molinos y salida de cachaza. Fuente: .....	95
Imagen 11. Fugas tanque de meladuras. Fuente: .....	95
Imagen 12. Tanque de acpm y bomba de rechazo. ....	95

## GRÁFICOS

Gráfico 1 Generación de impactos de los procesos del trapiche Lucerna .....	89
Gráfico 2 Resultado encuesta pregunta 1.....	97
Gráfico 3 Resultado encuesta pregunta 2.....	98
Gráfico 4 Resultado encuesta pregunta 3.....	98
Gráfico 5 Resultado encuesta pregunta 4.....	99
Gráfico 6 Resultado encuesta pregunta 5.....	99
Gráfico 7 Resultado encuesta pregunta 6.....	100
Gráfico 8: Resultado encuesta pregunta 7 .....	101
Gráfico 9 Resultado encuesta pregunta 8.....	101
Gráfico 10 Resultado encuesta pregunta 9.....	102
Gráfico 11 Resultado encuesta pregunta 10.....	103
Gráfico 12: Análisis interacciones más significativos .....	111

## FIGURAS

Figura 1: Metodología usada para el desarrollo del proyecto. ....	62
Figura 2: La figura describe las unidades de tratamiento de aguas residuales del trapiche Lucerna. ....	70
Figura 3 La figura refleja el número de interacciones identificada en la matriz de Leopold. ...	111

## **FICHAS**

Ficha 1: Estandarización de las Rutinas de limpieza a las unidades de tratamiento.....	115
Ficha 2 Identificación de puntos críticos que generan vertimientos constantes e intermitentes	118
Ficha 3 Plan de contingencia para derrames de sustancias químicas e hidrocarburos .....	121
Ficha 4 Rutinas de limpieza e instalación de rejillas .....	124
Ficha 5 Limpieza de acequias .....	127
Ficha 6 Elaboración del manual de funciones del personal que labora en la planta de tratamiento de aguas residuales.....	130
Ficha 7: Estandarización en la toma de muestras de agua usada para la medición de los parámetros establecidos por la empresa.....	132
Ficha 8 Programa para el manejo de residuos peligrosos .....	135
Ficha 9 Educación ambiental a los trabajadores .....	137
Ficha 10 Campaña de reforestación con la comunidad de Chocosito .....	140
Ficha 11 Programa de seguimiento y monitoreo .....	143

### **3. INTRODUCCIÓN**

El agua es un compuesto con características únicas de gran significación para la vida, es el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físicos, químicos y biológicos que gobiernan el medio natural (Garcia , Sanchez, Marín , Guzman , & Verdugo , 2000).

Los usos del agua son diversos, ya que en todas las actividades diarias es necesario utilizarla, entre los más comunes se encuentran: labores domésticas, uso público (lavado de calles, de ciudades y pueblos, riego de parques y jardines), agricultura, ganadería, usos industriales, como fuente de energía, entre otras; en la ejecución de las acciones mencionadas le adicionan al agua productos químicos, medicamentos, materia orgánica, material en suspensión, tensoactivos, derivados de hidrocarburos, entre otros. Por lo tanto, es necesario que el agua pase por un tratamiento antes de ser nuevamente empleada o ser permitido su regreso al ciclo hidrológico, con lo cual se evita la contaminación del medio ambiente y se minimiza la proliferación de enfermedades infectocontagiosas.

Según la Organización de Naciones Unidas - ONU (2018) los problemas de calidad del agua persisten tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo e incluyen la pérdida de cuerpos de agua de óptima calidad, los impactos asociados con los cambios en la hidromorfología, el aumento de contaminantes emergentes y la propagación de especies invasoras (Acnur.org, 2019).

Sumado a lo mencionado anteriormente, la mala calidad del agua afecta directamente a las personas que dependen de estas fuentes como su principal suministro, limitando aún más el acceso a este importante recurso y aumentando los riesgos para la salud relacionados a enfermedades como el cólera y la esquistosomiasis; las cuales siguen siendo frecuentes en

muchos países en vías de desarrollo, donde solo una fracción muy pequeña (en algunos casos menos del 5%) de las aguas residuales domésticas y urbanas se tratan antes de su liberación al medio ambiente (Acnur.org, 2019) .

Otros problemas derivados de la contaminación del agua son: la destrucción de la biodiversidad acuática, transformación de ecosistemas, generación de olores ofensivos, deterioro paisajístico de los territorios, agotamiento del recurso y otras problemáticas de salud pública, por lo tanto, la depuración de las aguas residuales se convierte en una solución dirigida a preservar este recurso y asegurar su disponibilidad a futuras generaciones.

El trapiche Lucerna es una empresa que pertenece al sector azucarero del Valle del Cauca, ubicada en el corregimiento de Chocosito, se dedica a la elaboración de azúcar y miel, su proceso productivo causa importantes impactos ambientales tales como: contaminación hídrica por el vertimiento de grasas, aceites y sustancias químicas, afectaciones a los suelos por la generación de lodos residuales y emisiones de gases contaminantes. En su área de influencia se encuentra ubicado el río Desbaratado el proporciona grandes servicios ecosistémicos (abastecimiento, cultural, regulación y de apoyo) a las comunidades que lo aprovechan para la realización de sus necesidades básicas.

La finalidad de presente documento fue realizar el diagnóstico y evaluación de los impactos ambientales generados por la operación y fallencias en el control de vertimientos en la planta de tratamiento de aguas residuales ( PTAR ) del trapiche Lucerna, esto se logró mediante la elaboración de matrices actividades susceptibles a producir impactos (ASPI) , análisis con la metodología propuesta por Leopold y la formulación de un plan de manejo ambiental que permitió proponer medidas de prevención, mitigación, conservación y corrección.



El trabajo se organiza de la siguiente manera: primeramente, se aborda el tema considerando la problemática que se crea por la operación y problemáticas en el control de vertimientos en el trapiche Lucerna, para lo cual se exponen casos en el ámbito internacional, nacional y regional; seguido se expone la importancia del tratamiento de las aguas residuales desde el punto de vista ambiental, económico y social. Finalmente, considerando toda la información recolectada, se plantean los objetivos, la metodología del estudio de caso, así como el desarrollo, análisis de resultados y conclusiones, apoyados en la realización del diagnóstico y la evaluación ambiental.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Durante el trasegar de la historia la agroindustria ha tenido un papel sumamente relevante en el crecimiento económico de las naciones en vía de desarrollo, ya que es un gran generador de empleo, produce gran variedad de productos, avances en tecnología, aportes para aumentar volumen de las exportaciones y además contribuye a disminuir los índices de pobreza, garantizando la seguridad alimentaria. Lo anterior convierte a la agroindustria en uno de los pilares de desarrollo para cualquier país, debido a que garantiza la supervivencia de su población y permite disminuir las brechas comerciales.

La agroindustria sirve como ayuda a los pequeños agricultores para proporcionar capacitaciones en busca de alternativas de tecnificación para mayores rendimientos en sus actividades productivas.

Según (Cenicaña, 2011), uno de los sectores con mayor dinamismo en la economía del país es la industria azucarera ya que genera gran cantidad de empleos directos e indirectos, mejoramiento en la calidad de vida en las comunidades que viven en las zonas de influencia. Sumado a lo anterior, es importante rescatar la variedad en las tecnologías usadas para hacer más eficientes sus procesos, el uso de subproductos en la elaboración de nuevos productos, aporte a las exportaciones y al producto interno bruto (PIB) del país; la concentración de ingenios azucareros de este tipo se encuentra en el Valle del Cauca y tenuemente en Risaralda (Concha, 2011).

El sector azucarero colombiano se encuentra ubicado principalmente en el valle geográfico del río Cauca el cual abarca 47 municipios desde el norte del departamento del Cauca, la franja central del Valle del Cauca, hasta el sur del departamento de Risaralda, en esta región hay 225.560 hectáreas sembradas con caña para la elaboración de azúcar, de las cuales, el

25% corresponde a tierras de propiedad de los ingenios y el restante 75% a más de 2.750 cultivadores independientes, dichos cultivadores abastecen a 13 ingenios de la región (Cabaña, Carmelita, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Risaralda, San Carlos, Tumaco, Riopaila - Castilla, Incauca y Providencia), es de suma relevancia desatacar que desde el año 2005, sumado a lo anterior cinco de los trece ingenios cuentan con plantas dedicadas a la destilerías de alcohol carburante estas son: Incauca, Manuelita, Providencia, Mayagüez (Asocaña, 2010).

Debido a su localización geográfica el Valle del Cauca, este cuenta con suelos ideales para el cultivo de la caña de azúcar, lo cual permite el desarrollo a gran escala de esta industria, además los avances tecnológicos y en investigación han aumentado el portafolio de los productos que esta industria ofrece al mercado nacional e internacional.

El Trapiche Lucerna ubicado en la vereda Chocosito perteneciente a Florida (Valle ) el cual se dedica a la producción y comercialización de azúcar y miel, tiene capacidad de molienda de 600 toneladas de caña/día y una producción de 35000 toneladas de azúcar/año, además de lo anterior son autogeneradores de energía lo que indica la sostenibilidad y autonomía de su proceso, a su vez minimizan el consumo de energía de la Empresas de energía del pacífico (EPSA) lo que trae consigo preservación de este importante recurso.

La empresa en el desarrollo de su actividades productivas (elaboración de azúcar y miel ) genera impactos ambientales que repercuten en los ecosistemas de su zona de influencia, tales como: vertimientos de aguas residuales emisión de material particulado, vapor de agua y NOx, generación de ruido excesivo, contaminación por residuos sólidos y peligrosos entre otros; en este sentido el trapiche Lucerna produce vertimientos con alta carga orgánica debido a los insumos utilizados para producir sus productos, además de ello la maquinaria utilizada en sus

procesos es susceptible a generar derrames si no se le realiza mantenimiento adecuado, esto ocurre debido a la gran cantidad de rodamientos que se lubrican con grasas y aceites.

En la planta de producción se evidencian numerosas fugas de agua, grasas, aceites y producto intermedio (masa, semilla, agua con traza de sacarosa y residuos de miel). En primer lugar en el área de recepción y molienda de caña, la marmaja y el bagazo de tamaño medio caen a las acequias y estos son arrastrados por el agua hacia la planta de tratamiento, lo cual aporta en la generación de residuos sólidos y ocasiona obstrucciones al sistema.

En los molinos se observan exageradas fugas de agua, además hay mangueras, cajas, sello y tubos en mal estado, esto evidencia fallencias en el mantenimiento de los equipos, lo mencionado tiene como consecuencia el incremento en el consumo de agua, generación de residuos peligrosos y aumento en el caudal a tratar por la PTAR.

En el proceso de elaboración es donde se generan la mayor cantidad de impactos ambientales adversos. Se evidencian fugas de agua, aceite y masa, aguas de lavados con alto contenido de soda cáustica, cachaza que por escorrentía va al sistema de tratamiento de aguas residuales, además se vierten aguas con alto contenido de sacarosa y elevada temperatura (superiores a 60°C), cuando ocurren fallas operativas los tanques de almacenamiento de miel superan su capacidad se generan vertimientos de este producto lo que trae como consecuencia la disminución del pH a valores de 4 aproximadamente, esto hace que sea más difícil el tratamiento del agua; cabe resaltar que la caldera y un evaporador presentan porosidad, por tanto se originan constantes fugas de vapor de agua, lo que representa contaminación del aire. Otro dato relevante es la disposición que se le da a los residuos sólidos y a los peligrosos, ya que la empresa no cuenta con un plan de gestión integral de manera escrita, solo se realiza recolección parcial de las llantas usadas, chatarra, recipientes contaminados con

sustancias químicas y las grasas y aceites. Sin embargo, los residuos sólidos no son separados en la fuente, los trapos contaminados, desechos de laboratorio, residuos electrónicos, entre otros, se disponen con los ordinarios o arrojados al grifo lo cual genera graves afectaciones al medio ambiente.

Con base en lo anterior es necesario la implementación de una metodología para la realización de matrices de impactos ambientales para identificar las afectaciones que le ocasionan las actividades de la empresa al medio ambiente, además de ello generar rutas de inspección visual para identificar puntos críticos en cuanto a vertimientos se refiere. Por otra parte debido a las problemáticas identificadas en el trapiche Lucerna en la operación de la PTAR y en el control de vertimientos, es pertinente realizar el diagnóstico y la evaluación ambiental para conocer el estado actual de la empresa, el tipo de residuos que se vierten al sistema de tratamiento de aguas residuales, el grado de impacto que estos producen, el manejo que le da la empresa y los puntos críticos que generan mayores vertimientos. Lo anterior, con el fin de proponer un plan de manejo que permita implementar estrategias que posibiliten minimizar los impactos ambientales, mejorar la calidad del agua vertida al río Desbaratado, cumplir con la normatividad vigente decreto 0631 de 2015 y promover el desarrollo sostenible.

### **Formulación de la pregunta problema**

¿Cuáles son los impactos generados en los procesos del Trapiche Lucerna que afectan el adecuado funcionamiento de la PTAR y como estos afectan la calidad del agua del Río Desbaratado?.

## **5. JUSTIFICACIÓN**

Durante la realización de cualquier actividad industrial se generan contaminantes que afectan al entorno, un claro ejemplo es la industria azucarera en la cual durante su cadena productiva presentan diversos impactos ambientales, que de no ser tratados de manera adecuada afectan al suelo, a las fuentes hídricas, generación de olores ofensivos, producción de material particulado, destrucción de fauna nativa, entre otros, lo cual deriva en el detrimento de la calidad de vida de las comunidades que estén en el área de influencia.

El tratamiento de aguas residuales es un problema a resolver en el país , puesto que la construcción de sistemas de tratamientos de aguas es una práctica relativamente reciente, dado que en Colombia solo se trata el 10% de las aguas residuales que genera, a pesar de contar con una capacidad instalada que alcanzaría para depurar un 20%, según un estudio realizado por el Fondo de las naciones unidas para la infancia (UNICEF), en Colombia menos de la cuarta parte de los municipios de 21 departamentos analizados cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales (Twenergy, 2019).

El trapiche Lucerna no es ajeno a la situación antes mencionada, ya que su sistema de tratamiento es relativamente nuevo debido a que opera desde el año 2015, lo cual en su momento fue muy preocupante ya que esta empresa genera aproximadamente 300 empleos directos y 900 indirectos entre actividades de campo y su planta de producción, lo cual ha sido de gran ayuda a la comunidad de Chocosito y sus alrededores, actuando como una fuente importante de generación de empleo e inversión social.

La planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa contribuye a defender la salud pública y el medio ambiente debido a que si los vertimientos procedentes del trapiche Lucerna son arrojados al río Desbaratado o a la red de alcantarillado público se introducirían elementos o sustancias contaminantes que acabarían produciendo importantes daños ecológicos en el entorno ambiental y enfermedades de salud (causadas por virus y bacterias) en las personas y comunidades que entren en contacto con estas aguas servidas. Cabe resaltar que la empresa genera gran cantidad de vertimientos con cargas orgánicas importantes por tanto fue necesario expedir el certificado de vertimientos amparado en la Resolución 631 de 2015, para con ello garantizar que sus descargas cumplan con especificado en la normatividad en mención.

Mediante la realización del diagnóstico y la evaluación ambiental se determinaron las afectaciones generadas por las actividades de elaboración de azúcar y miel, además de ello se pudo identificar, predecir e interpretar los impactos ambientales que produce la operación de la PTAR, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, a su vez se resalta el aporte que la planta de tratamiento representa en la disminución de la contaminación de fuentes hídricas, al suelo y los efectos sobre los seres vivos. Sumado a los anterior, la implementación de un plan de manejo ambiental contribuye a mejorar a mediano y largo plazo la recuperación, protección y conservación de los recursos naturales presentes en el área de estudio.

Para finalizar, el análisis de los impactos ambientales generados en el tratamiento de aguas residuales es fundamental para la recuperación ambiental de las cuencas hidrográficas contaminadas y mejorar la calidad de vida de los habitantes cercanos, resaltando los beneficios ambientales y sociales que tiene su adecuado manejo.



## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo general**

Formular un Plan de Manejo Ambiental (PMA) para la operación y control de vertimientos en la Planta de tratamiento de aguas residuales del Trapiche Lucerna (PTAR) ubicada en el corregimiento de Chocosito que pertenece al municipio de Florida (V)

### **6.2. Objetivos Específicos**

- Elaborar el diagnóstico ambiental para la formulación del plan de manejo integral de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Trapiche Lucerna.
- Realizar la evaluación ambiental de la PTAR del Trapiche Lucerna.
- Diseñar un Plan de Manejo Ambiental para la PTAR en el Trapiche Lucerna.

## **7. MARCO TEÓRICO**

El tratamiento de aguas residuales es de vital importancia para el cumplimiento del objetivo 6 de desarrollo sostenible planteado por la organización mundial de la salud, el cual hace referencia a garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, por ello las industrias deben promover el uso de las tecnologías necesarias para el adecuado tratamiento de sus efluentes (Naciones unidas, 2015).

En un mundo donde la demanda de agua apta para el consumo y la generación de aguas residuales va en aumento debido a la sobrepoblación, crecimiento industrial, deforestación, cambio en las condiciones medioambientales, entre otros. Por lo tanto, es necesario generar políticas que le permitan a las futuras generaciones gozar de este preciado recurso, para lo cual es fundamental identificar los avances realizados por las industrias, en este caso azucarera, en el ámbito internacional y cuál ha sido el avance de Colombia en la depuración de aguas residuales.

Según Cisneros (2008) "El tratamiento de las aguas residuales nace en la necesidad de eliminar toda aquella sustancia o componente que pueda producir daños al medio ambiente y riesgos para la salud humana"(Galeano, 2016).

### **7.1. Tratamiento de aguas residuales en Colombia**

El tratamiento de aguas residuales en Colombia se ha convertido en uno de los problemas ambientales más críticos y crecientes, las descargas de aguas residuales domésticas y los vertimientos agropecuarios contaminan los ríos, las aguas subterráneas, los humedales y las represas de agua, causando un grave daño al medio ambiente y a la salud humana (Acuatecnica, 2017).

Es de suma relevancia indicar que el tratamiento o depuración de las aguas contaminadas debe ser el suficiente para que los vertimientos generados causen el menor impacto ambiental al medio receptor, en caso de que las descargas sean realizadas a la red pública o alcantarillado, la composición de las aguas residuales debe cumplir con todos los parámetros físicos y químicos de la normativa vigente.

Debido al desarrollo industrial y el crecimiento desmedido de la población, uno de los principales problemas que se ha venido presentando es la generación de aguas residuales, tanto industriales como domésticas, las cuales resultan de los diferentes procesos o actividades, en un principio estas aguas eran vertidas directamente a los cauces naturales sin ningún tipo de tratamiento, lo cual afectaba la calidad del agua del afluente receptor y con ello se deterioraban los ecosistemas que habitaban en este medio y a su vez a las comunidades que se abastecían de los ríos donde eran vertidas estas aguas (IDEAM, S/f). Por lo anterior se generaron en el país medidas de carácter legislativo consignadas en la constitución de 1991 en las cuales se promueve el cuidado de medio ambiente, entre otras normas específicas que van encaminadas en regular y controlar los vertimientos.

Debido a los impactos generados por las aguas residuales muchas ciudades en el país con sus respectivos municipios se dieron a la tarea de diseñar proyectos de saneamiento ambiental, que se centraron en la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales en consecuencia las condiciones de los diferentes cauces receptores.

En Cali se cuenta con la planta de Cañaveralejo, de tipo primario y con un caudal de diseño de  $7.6 \text{ m}^3/\text{s}$ ; actualmente se tratan del orden de  $4.0 \text{ m}^3/\text{s}$ , en promedio. En Bogotá se cuenta con la planta de El Salitre, con una capacidad de tratamiento de  $4.0 \text{ m}^3/\text{s}$ , y también de tipo primario. En Bucaramanga se cuenta con la planta de Río Frío, la cual opera desde 1991 y

actualmente trata hasta  $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$ ; esta planta cuenta con reactores anaeróbicos tipo UASB y lagunas facultativas, lo cual le permite obtener remociones superiores al 80% de  $\text{DBO}_5$  y de sólidos suspendidos. Sumado a ello en Medellín, las Empresas Públicas de Medellín E. S. P. iniciaron en el año 2000 la operación de la planta San Fernando, en la cual se tratan las aguas residuales de los municipios del sur del Valle de Aburrá, el caudal de diseño es de  $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$  y en el presente se tratan del orden de  $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$ , en promedio (Ideam, S/f).

### **Generación y tratamiento de aguas residuales industriales en Colombia**

Debido a los vertimientos de origen industrial y domésticos generados en el país, es necesario la aplicación de tecnologías para depurar las aguas residuales, es allí donde los tratamientos de origen anaerobio cobraron gran relevancia, Según Vásquez (2013), existen numerosos ejemplos de aplicaciones tanto en aguas residuales domésticas como en aguas residuales industriales, las empresas municipales de Cali (EMCALI,) participaron en el desarrollo de la tecnología necesaria para que entre en funcionamiento el Reactor anaeróbico de flujo ascendente con manto de lodos (UASB) en Colombia, en el año de 1982, cuando la Universidad del Valle solicitó prestado el terreno en predios de la estación de bombeo de Cañaveralejo de propiedad de EMCALI, para construir allí una planta piloto de  $64 \text{ m}^3$ , conocida como planta piloto UASB de Cañaveralejo.

Entre las primeras compañías que patentaron y construyeron reactores anaerobios para esta clase de residuos se destaca PAQUES de Holanda, su tecnología utiliza reactores UASB. Otras compañías como BIOTHANE y DEGREMONT patentaron tecnologías similares, con algunas variantes, que se apartan ligeramente del diseño básico (Vásquez, 2013).

La aplicación de la tecnología anaerobia en Colombia también tuvo un capítulo en el sector de vertimientos industriales. Diferentes empresas de alimentos y bebidas construyeron instalaciones tipo UASB, tal es el caso de Bavaria y Postobón y de otras industrias del sector de alimentos como frigoríficos y lácteos Alpina (Vásquez, 2013).

Cabe resaltar que los vertimientos del sector agrícola en el país son altamente contaminantes debido al uso intensivo de agroquímicos producto de la proliferación de monocultivos como lo es el de la caña de azúcar; el uso de aguas en un Ingenio azucarero es sinónimo de contaminación ya que muy pocos ingenios tratan sus aguas, solamente la almacenan y luego la depositan en los ríos cercanos a este, provocando grandes cantidades de contaminación para la flora, fauna y seres vivos aledaños a estas industrias (Universidad Nacional de Avellaneda, 2018).

En el desarrollo de una industria azucarera diversificada y con esquemas flexibles de producción, existe un incremento en el nivel de contaminación de efluentes líquidos, que puede ser eliminado o mitigado con un adecuado uso y reúso del agua de proceso y con la aplicación de diferentes tratamientos encaminado a promover la producción más limpia y el desarrollo sostenible (Viracucha , 2012). Por consiguiente, para mitigar las afectaciones de los vertimientos de origen orgánico y químico generados por el proceso productivo en la actualidad se está optando por la biotecnología o tratamientos que tengan un alto grado de remoción.

## **7.2. Aguas Residuales Industriales**

"Son las aguas que han sido utilizadas en procesos industriales y que han recibido subproductos contaminantes como efecto de ese uso, su calidad es sumamente variable y prácticamente se requiere un estudio particular para cada industria" (Díaz & Caballero, 2015).

## **7.3. Compuestos orgánicos de efluentes domésticos e industriales**

Los compuestos orgánicos de efluentes domésticos e industriales representan el problema más antiguo de contaminación del agua, en un principio, se priorizaban los efectos de los residuos domésticos sobre los industriales, debido al potencial de efectos agudos sobre la salud que poseían los residuos humanos, comparados con la creencia de que los residuos industriales producían sólo efectos indirectos sobre el medio ambiente (Espigares & Pérez, s/f).

La producción de azúcar de caña es considerada por muchos como un proceso contaminante del medio ambiente, lo que ha sido cierto durante muchos años en regiones donde se cultiva esta gramínea; sin embargo, se constituye una realidad demostrada que la agroindustria azucarera a partir de la caña puede devenir en un proceso amigable con el medio ambiente, siempre que se brinde un adecuado aprovechamiento de sus residuos, subproductos y se apliquen buenas prácticas en el manejo del agua y la energía, esto es posible siempre que los países donde estén estas industrias apliquen las regulaciones e incentivos necesarios encaminadas a promover el desarrollo sostenible y la preservación del medio ambiente (Ríos & Sánchez, 2017).

#### **7.4. Usos del agua en la Industria Azucarera**

Existen determinados procesos de fabricación de azúcar en los que se trabaja con altas temperaturas, por lo que se generan y rehúsan grandes cantidades de vapor cuyos condensados son reutilizados, considerándose como una fuente interna de abastecimiento esta fuente interna se incluye dentro de los procesos realizados por la industria azucarera, se debe tener en cuenta que la reutilización del agua de condensados se hace más notoria en los ingenios de producción del azúcar refinada, los procesos que generan vapor son más numerosos (Zambonino, 2013).

#### **7.5. Aguas residuales en la industria azucarera**

Son aquellas que se vierten en las corrientes acuíferas y/o suelos, resultantes de los procesos llevados a cabo por las industrias azucareras, cabe resaltar que muchos de estos efluentes líquidos o semilíquidos tienen temperaturas excesivas, otros arrastran grandes volúmenes de material contaminante, como es el caso de la cachaza (cuando no es filtrada) y de la vinaza y de las propias aguas resultantes del lavado de los equipos y mantenimientos programados (Zambonino, 2013).

El origen de las aguas residuales en la industria azucarera es diverso debido a los distintos procesos que son llevados a cabo en la cadena de producción, por ello a continuación se describirán las principales características de los vertimientos generados y en qué proceso se producen.

### **7.5.1. Agua de lavado de caña**

El agua utilizada en el lavado de caña constituye la mayor fuente de contaminación de un ingenio, aunque puede ser disminuida considerablemente si la recolección se efectúa manualmente, en términos generales, el agua de lavado de contiene concentraciones altas de sólidos suspendidos de los cuales una gran cantidad se presenta en forma coloidal o finamente divididos, debido al daño que sufre la caña cuando se recolecta por medios mecánicos, el agua de lavado puede contener concentraciones sustanciales de azúcar, por lo que, desde el punto de vista de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) estos desecho constituye la mayor fuente de contaminación (Zambonino, 2013).

Cabe resaltar que en Trapiche Lucerna el lavado de caña no es habitual puesto que no se considera indispensable, no obstante, en el area de recepción de caña se utiliza agua para el lavado de plataformas, asimismo en los días de mantenimiento es donde se dispara el gasto de agua y aumenta del caudal a la planta de tratamiento de aguas residuales.

### **7.5.2. Agua de condensados.**

El agua de condensados, representa la mayor fuente de contaminación después del agua de lavado de caña, y cuando ésta no se lava, el agua de condensados representa el total de contaminación orgánica del proceso, atribuyéndole esta característica al arrastre de azúcar dentro del evaporador o bien a un control inadecuado (Zambonino, 2013).



### **7.5.3. Agua residual en la evaporación.**

En este proceso se elimina agua en forma de vapor y luego esta se condensa, dichos condensados en ocasiones llevan consigo arrastres de azúcar, lo que representa una contaminación, por la demanda bioquímica de oxígeno, igualmente que los condensados también se desechan aguas de lavados de los evaporadores y calentadores, en los cuales se usan ácido clorhídrico y sosa caustica para su limpieza (Universidad Nacional de Avellaneda, 2018).

### **7.6. Tratamiento de aguas Residuales.**

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en un efluente, su objetivo es producir agua limpia o en condiciones aptas para ser reutilizables y que afecten en menor medida el medio ambiente y los ecosistemas acuáticos, cabe resaltar que estas generan un residuo sólido o fango que se conoce comúnmente como biosólido o lodo) el cual es sometido a tratamientos secundarios con el fin de que sea dispuesto en el relleno sanitario o se le genere valor agregado en otro proceso (Ecured, 2018).

### **7.7. Tipos de procesos para el tratamiento de aguas residuales.**

La eficiencia en el tratamiento de aguas residuales radica en escoger de manera adecuada el tipo de tratamiento para la depuración de las misma, es por ello que a continuación se explicara de manera sencilla algunos de los procesos necesarios para tratar aguas de origen industrial o doméstico.

#### **7.7.1. Procesos físicos**

Remoción de Material en suspensión, rejillas, trituradores, sedimentador primario, espesadores y filtración.

### **7.7.2. Procesos químicos**

Aplicación de productos químicos para la eliminación o conversión de los contaminantes. Precipitación, adsorción y desinfección.

### **7.7.3. Procesos biológicos**

Se llevan a cabo gracias a la actividad biológica de los microorganismos. Eliminación de las sustancias orgánicas biodegradables presentes, eliminación del N y P y producción de gases.

## **7.8. Tratamiento de aguas residuales en la industria azucarera.**

El tratamiento de los residuales de la industria azucarera y de sus plantas de derivados reviste gran importancia, ya que por una parte los residuales o efluentes podrían considerarse como materias primas en producciones de gran valor, tales como biogás, los lodos y fertilizantes o también pueden ser aplicados directamente como componentes de dietas para nutrición animal, para la fertilización o enmienda orgánica de los suelos, además se debe tener en cuenta el ahorro de agua y energía que lleva implícito debido a la uso del biogás como fuente de energía y a la reutilización del agua (Santiesteban, 2014).

## **7.9. Etapas de tratamiento biológico de aguas residuales.**

Las etapas de tratamiento de aguas residuales ayudan a reducir la presencia de contaminantes provenientes de diferentes lugares con una gran cantidad de contaminantes que es dañino para el medio ambiente, a continuación, se indican las etapas más comunes para el tratamiento de aguas residuales (Guaquipana, 2016).

### **7.9.1. Tratamientos preliminares.**

Según Ayala y Greby se definen “como el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar problemas de mantenimiento y

funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares" (Aguayo , 2016).

Los tratamientos preliminares más utilizados para la depuración de aguas residuales son:

Rejillas: Su función es retener sólidos gruesos y de mediano tamaño, además son dispositivos constituidos por barras metálicas paralelas e igualmente espaciadas las cuales se ubican transversalmente al flujo, y se colocan antes del desarenador, sin alterar el flujo normal (Buitrago , 2017).

### **7.9.2. Desarenador**

Los desarenadores tienen por objeto separar del agua cruda la arena y partículas en suspensión gruesa, con el fin de evitar se produzcan depósitos en las obras de conducción, proteger las bombas de la abrasión y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento. El desarenado se refiere normalmente a la remoción de las partículas superiores a 0.2 mm (Organización panamericana para la salud, 2005).

### **7.9.3. Trampas de grasas**

Las trampas de grasa son un sistema mecánico que mediante una serie de compartimentos especiales en un tanque separa del agua aquellos residuos sólidos y restos de grasa, evitando que avancen por el sistema de cañería y desagüe, de esta forma se mantiene una circulación fluida sin obstrucciones, impidiendo la acumulación de sustancias indeseadas, con ello las aguas vertidas pueden proseguir con seguridad hacia los sistemas de evacuación y tratamiento (Wastech, 2016).

### **7.9.4. Tratamientos primarios**

Los tratamientos primarios tienen como finalidad de remover los sólidos suspendidos y pueden ser mediante: filtración, precipitación o sedimentación, de estos procesos el más utilizado

y que mejor se ajusta a las características de las aguas residuales de cualquier proceso es la sedimentación (Guaquipana, 2016).

Los tratamientos primarios más utilizados para el tratamiento de aguas residuales son:

#### **7.9.5. Sedimentación primaria**

“La sedimentación primaria sirve para remover solidos sedimentables y material flotante de aguas residuales crudas o residuales, con el fin de reducir el contenido de solidos suspendidos presentes” (Galeano , 2016).

#### **7.9.6. Coagulación**

El objetivo principal de la coagulación es desestabilizar las partículas coloidales que se encuentran en suspensión, para favorecer su aglomeración; en consecuencia, se eliminan las materias en suspensión estables; la coagulación no solo elimina la turbiedad sino también la concentración de las materias orgánicas y los microorganismos (Cardenas, 2000).

#### **7.9.7. Floculación**

La floculación es un método de pretratamiento convencional (típicamente en combinación con sedimentación y filtración rápida en arena) utilizado para separar los compuestos suspendidos y disueltos (turbidez) del agua, en las plantas de tratamiento de agua potable semi centralizadas, dentro de estos compuestos separados están minerales suspendidos, orgánicos, patógenos, iones metálicos, fosfatos, fluoruros y radionucleidos, la concentración de reactivos químicos (floculantes y coagulantes) deben ajustarse adecuadamente a la composición exacta del agua (Pérez, Mazille, & Spuhler, 2018).

#### **7.9.8. Piscina de aireación**

La aireación es un método para purificar o tratar agua de origen industrial o domestico esto ocurre mediante un proceso por el cual se lleva al agua a un contacto con el aire, bien sea de manera natural o con el uso de aireadores mecánicos, para con ello lograr el aumento del

contenido del oxígeno el efluente, a su vez se obtiene la reducción del contenido de CO<sub>2</sub>, sumado a ello se promueve la remoción del metano, sulfuro de hidrogeno y otros compuestos orgánicos volátiles, los cuales son responsables de conferirle al agua olor y sabor (Guillermo, 2012)

#### **7.9.9. Laguna de estabilización**

Las lagunas de estabilización son diseñadas para el tratamiento de aguas residuales por medio de la interacción de la biomasa, su función real es estabilizar la materia orgánica y remover los patógenos de las aguas residuales realizando una descomposición biológica natural, normalmente se diseña el proceso para la remoción de patógenos, DBO, y sólidos suspendidos (Mercado, 2013).

#### **7.10. Proceso de la fabricación de azúcar y miel**

El azúcar se obtiene de la planta de caña por la reacción de fotosíntesis debiéndose separarse en el proceso de fabricación otros componentes como pueden ser la fibra, las sales minerales, ácidos orgánicos e inorgánicos y otros, obteniéndose una sacarosa de alta pureza en forma de cristal, este producto es básico y necesario en la dieta alimenticia, además se constituye en la materia prima para numerosas industrias, tales como confiterías, panaderías, elaboración de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, entre otras, por su parte el proceso de fabricación de azúcar y miel consta de los siguientes procesos: pesaje y recepción de caña, molienda, sulfitación, encalado y clarificación evaporación, clarificación, cristalización, centrifugación, secado, empaque y almacenamiento (Ecured, 2012).

### **7.11. Etapas del proceso de fabricación de azúcar y miel en un trapiche**

A continuación, se describirán los procesos para la elaboración de azúcar y miel en un trapiche, cabe resaltar que es muy parecido al de los ingenios azucareros, las diferencias radican en la ausencia de refinado y menor uso de químicos.

#### **7.11.1. Preparación de caña**

“En su camino hacia el molino, la caña es preparada por una picadora y una desfibradora que entregan la caña al molino con mejor índice de preparación, para facilitar la extracción del jugo y mejorar la eficiencia de la misma” (Ingenio providencia, s/f).

#### **7.11.2. Molienda**

La caña preparada llega al molino donde se extrae el jugo para la posterior elaboración de azúcar, la caña se muele en seis molinos de cuatro mazas, accionados por motores eléctricos y variadores de velocidad, los conductores llevan la caña preparada a través de cada molino y extraen el jugo. Para lograr extraer la mayor cantidad de sacarosa de la caña, al material que sale de cada molino se le adiciona jugo o agua. A la salida del último molino, se obtiene bagazo con un bajo contenido de sacarosa y de humedad (Ingenio providencia, s/f).

#### **7.11.3. Generación de vapor**

El bagazo con un bajo contenido de sacarosa, es utilizado en las calderas especialmente diseñadas para consumir biomasa y carbón, el vapor obtenido de las calderas mueve los turbogeneradores que producen la energía eléctrica que requiere la fábrica, que está 100% electrificada y los pozos profundos que prestan servicio a los cultivos de caña (Ingenio providencia, s/f).

#### **7.11.4. Generación de Energía Eléctrica.**

“El vapor vivo generado se utiliza en los turbogeneradores, que producen la energía eléctrica que requiere la fábrica" (Incauca S.A, s/f).

#### **7.11.5. Sulfitación, encalado y alcalinización**

En esta etapa el jugo extraído en los molinos se conduce por medio de bombas de tipo centrífugo hacia el proceso de purificación que consta de las etapas de calentamiento, sulfitación, alcalización, clarificación y filtración. Por medio de estas operaciones, los insumos tales como lechada de cal y floculante los cuales forman puentes con las sustancias extrañas diferentes a la sacarosa presentes en el jugo ya que estas transmiten coloración extraña y bajan la pureza del producto final, lo anterior forma moléculas más pesadas que sedimentan en los clarificadores de corto tiempo de retención (Ingenio Risaralda, 2018)

#### **7.11.6. Calentamiento y clarificación de jugo**

Después de adicionarle cal, el jugo se calienta para acelerar la separación de los sólidos no azúcares, al jugo caliente se le adiciona floculante y se envía a los clarificadores, donde se logra la separación de los sólidos insolubles, que se precipitan formando un lodo; al lodo resultante por filtración se le recupera el jugo y se transforma en cachaza, cabe resaltar que el jugo clarificado se envía a los evaporadores (Ingenio providencia, s/f).

#### **7.11.7. Clarificación y purificación del jugo filtrado**

En esta etapa se agrega agua caliente para obtener la máxima cantidad de sacarosa en un proceso llamado maceración, el jugo obtenido es colado iniciando la primera etapa de calentamiento facilitando la sedimentación de sólidos insolubles y separándolos del jugo claro que queda en la parte superior del clarificador, los cuales son llevados a los filtros rotatorios al vacío para la recuperación de su contenido de sacarosa; el jugo claro es enviado al tándem de



evaporación para ser concentrado hasta obtener la meladura, la cual es purificada en los clarificadores antes de ser llevada a los tachos (Ingenio Mayagüez, 2013).

#### **7.11.8. Evaporación**

El jugo clarificado se bombea a un sistema de evaporación de quintuple efecto para eliminarle parte del agua que contiene. Por medio de vapor y el vacío, los evaporadores concentran el jugo desde 15 a 68 – 70 ° Brix, dando como resultado la meladura o jarabe, además, el vapor generado por la evaporación del agua en estos equipos es la fuente de calor para los demás procesos que lo necesitan: calentamiento de jugo y cristalización (Incauca S.A, s/f).

#### **7.11.9. Clarificación de meladura**

La meladura que sale de los evaporadores se separan los sólidos de los líquidos, para obtener un material más claro y brillante. Esto se obtiene en la estación de clarificación donde la meladura se mezcla con ácido fosfórico, cal y floculante, para luego ser enviada al clarificador de meladura, donde se le inyecta aire en pequeñas partículas que hacen flotar los sólidos en forma de espuma (Ingenio providencia, s/f).

#### **7.11.10. Cristalización**

Este proceso se realiza en los tachos, donde el agua de la meladura clarificada se evapora dando como resultado la cristalización de la sacarosa (azúcar), esta cristalización se puede observar en la masa, que es la mezcla de miel y cristales de azúcar (Ingenio Mayagüez, 2013).

#### **7.11.11. Centrifugación**

Una vez formados los cristales del tamaño y pureza deseados, el producto formado llamado masa cocida se lleva hacia las centrífugas, equipos que giran a muy altas revoluciones por minuto, provistos de una malla de finos agujeros que permiten sólo el trabajo de la miel mientras que bloquean el paso de los granos de azúcar que quedan atrapados en la parte interna de la malla; la miel separada en la masa cocida tercera de baja pureza, es llamada miel final o conocida comúnmente como miel de purga la cual es un subproducto del proceso fabril y no es retornada al proceso por su bajo contenido de sacarosa; es comercializada para la posterior obtención de otros productos como alcohol, alimento para ganado, ácido acético, y otros productos de importancia industrial (Ingenio Risaralda , 2018)

#### **7.11.12. Secado**

El azúcar producido en la primera etapa de cristalización sale con una humedad menor al 1% y se debe secar antes de envasarlo, para tal fin, se hace pasar por secadoras rotatorias en las que se ponen en contacto en contracorriente el azúcar húmedo y aire seco, para disminuir el contenido de humedad del azúcar (Incauca S.A, s/f).

#### **7.11.13. Envase y almacenamiento**

"El azúcar seco se envía a la estación de envase, se empaca en los diferentes tipos de presentación con que se surten el mercado local, en el caso del trapiche Lucerna este abastece al Valle del cauca" (Ingenio providencia, s/f).

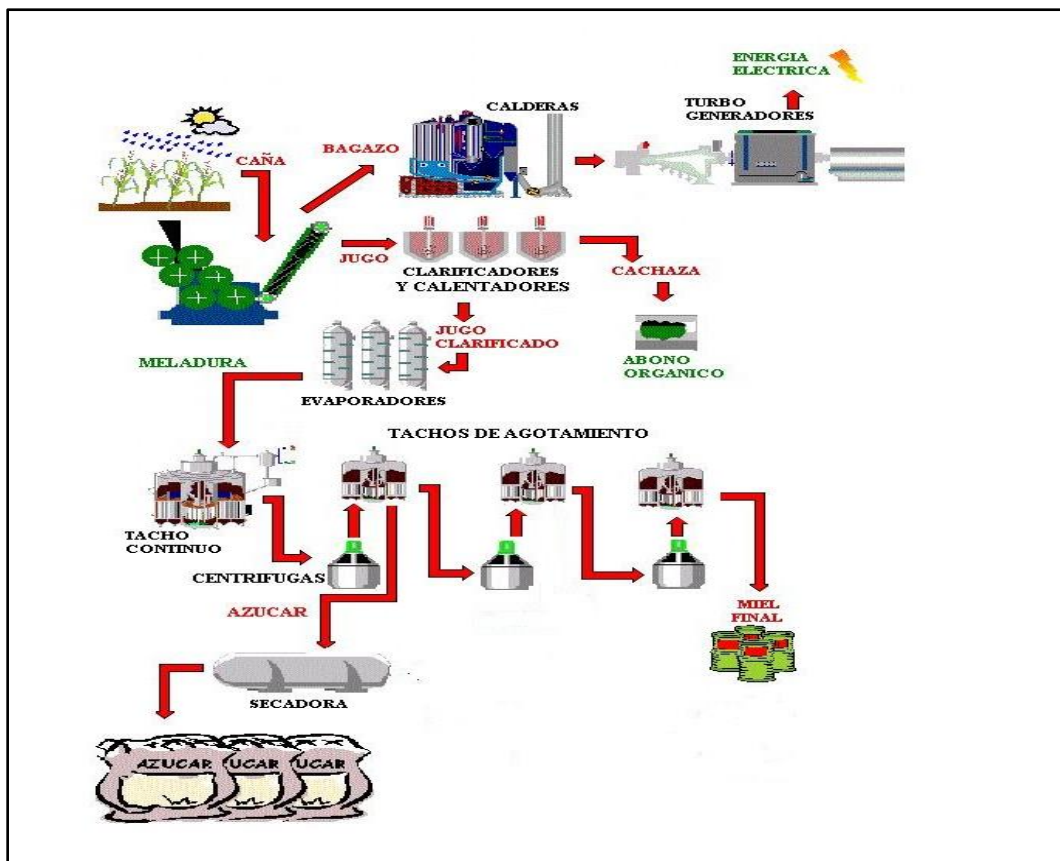


Imagen 1.Descripcion del proceso de producción de un trapiche. Fuente (Ecured, 2011)

## 7.12. Impactos ambientales generados por la industria azucarera

La industria azucarera genera distintos tipos de contaminación debido a la complejidad de sus procesos, uno de los recursos más afectados es el hídrico ya que en este tipo de plantas de procesamiento se generan gran cantidad de aguas con alto grado de contaminantes e impurezas que las hace nocivas para el consumo humano y se convierten en un peligro para los ecosistemas acuáticos, este tipo de aguas son llamadas residuales.

"las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias" (Toro , 2007).

Sin embargo, el uso del agua es diverso y en los procesos industriales es un insumo vital para que se ejecuten las actividades de transformación, desinfección, enfriamiento, aseo entre otras.

Las de aguas residuales industriales son el producto de los vertimientos generados en fábricas o establecimientos industriales, además de ello contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas entre otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal, sumado a ello su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades realizadas (Espigares & Perez, s/f).

Es suma importancia identificar conceptos claves cuando se habla de aguas residuales ya que son necesarios para la comprensión del estudio a tratar, por tanto, existen descargas generadas en actividades industrial, estos son denominadas vertimientos los cuales se definen como la descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido (Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible , 2015).

### **7.13. Matriz de Impacto Ambiental**

Las matrices de impacto ambiental es una herramienta que permite identificar los elementos de una actividad o producto (bien y/o servicio), relacionadas a la interacción con el ambiente, permitiendo valorar el daño que potencialmente se deriva de dicha actividad o producto y la identificación apropiada del control operacional (Secretaria Distrital de Ambiente

de Bogota, 2013).

#### **7.13.1. Matriz de Leopold**

Denominada “Matriz de Interacciones de Leopold”, ésta es una matriz de interacción simple para identificar los diferentes impactos ambientales potenciales de un proyecto determinado. Esta matriz de doble entrada tiene como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que tendrán lugar y que pueden causar impactos. Luego de la depuración de la matriz de identificación (primera etapa) se obtiene la matriz de importancia (segunda etapa), cada cuadro se divide en diagonal, en la parte superior se coloca la magnitud –M (extensión del impacto)–, precedida del signo “+” o bien “-”, según el impacto sea positivo o negativo respectivamente; la escala empleada incluye valores del 1 al 10, siendo 1 la alteración mínima y 10 la alteración máxima; en el triángulo inferior se coloca la importancia –I (intensidad) –, también en escala del 1 al 10 (Coria , 2008).

#### **7.14. Diagnóstico Ambiental**

Cualquier tipo de actividad o proyecto de manera directa o indirecta produce impactos al entorno donde tiene influencia, por lo tanto es de suma importancia conocer en primera instancia cuales son y a que medio afectan, es por ello que se deben utilizar metodologías que permitan identificar su magnitud para con ello saber las medidas a adoptar para su mitigación, prevención, corrección o control, por lo anterior una de las herramientas que brindan pautas para identificar los impactos generado por dicha actividad o proyecto son los diagnósticos según (Invemar, S/f).

Los diagnósticos ambientales son caracterizaciones puntuales del medio físico, químico o biótico, tendientes a establecer el estado actual de un ecosistema o entorno impactado, cabe resaltar que estos se rigen por la normatividad vigente de cada país y a diferencia de los estudios

de línea base en este se trata de evidenciar el grado de alteración ambiental por un suceso (antrópico o natural).

En efecto el diagnóstico ambiental es un documento que se obtiene de evaluar el desempeño ambiental de las empresas y por ende de un sector en un momento particular en el tiempo, involucra la información sobre el consumo de recursos, las descargas al medio ambiente y las prácticas de gestión existentes en una empresa para controlar los impactos ambientales asociados a sus actividades (Campos & Parra, 2010).

De lo anterior se puede inferir que los diagnósticos ambientales permiten determinar cualquier tipo de impacto causados sobre los componentes ambientales bien sea (agua, aire, suelo, fauna, flora y socioeconómicos), este puede ser benéfico o negativo

#### **7.15. Evaluación ambiental**

En el marco de la investigación es necesario identificar de manera más precisa los impactos generados por la PTAR del trapiche Lucerna, por esta razón, se hace necesario el uso de herramientas que permitan realizar de manera adecuada la evaluación ambiental.

Según (Conesa, 2006). La evaluación ambiental es un procedimiento que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de la autoridad ambiental competente.

Para efectos de este estudio la definición más acertada es definir a la evaluación ambiental como aquella que tiene por objetivo verificar el cumplimiento de la normatividad y los parámetros ambientales actualmente vigentes, estas evaluaciones ambientales dan a conocer el estado de los componentes del entorno, posibilitando la planificación de las acciones a tomar a fin de mantener o mejorar las características del medioambiente del area de influencia (Grn.cl, 2018).

#### **7.16. Lista de chequeo simple**

Según (Oliva, 2009). Las listas de chequeo es una herramienta metodológica está compuesta por una serie de ítems, factores, propiedades, aspectos, componentes, criterios, dimensiones o comportamientos, necesarios de tomarse en cuenta, para realizar una tarea, controlar y evaluar detalladamente el desarrollo de un proyecto, evento, producto o actividad. Dichos componentes se organizan de manera coherente para permitir que se evalúe de manera efectiva, la presencia o ausencia de los elementos individuales enumerados o por porcentaje de cumplimiento u ocurrencia (Cardona & Restrepo , 2015).

En el marco del estudio la definición más acertada es la planteada por (Leon & Correa , S/F), que indica que son relaciones categorizadas o jerárquicas de factores ambientales a partir de las cuales se identifican los impactos producidos por un proyecto o actividad específica. Existen listas de chequeo elaboradas según el tipo de proyecto, haciendo identificación expresa de los elementos del medio que en forma particular resultan impactados por las actividades desarrolladas en el marco del mismo. Además de permitir la identificación, bien podrían asimismo incorporar escalas de valoración y ponderación de los factores.

### **7.17. Plan de Manejo Ambiental**

Se define como el "conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad" (Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible 2010).

Según (Bohorques , 2015).Las medidas de manejo ambiental propuestas en el plan de manejo ambiental (PMA) deben incluir: memorias técnicas (descripción, cálculos, diseños), tratamientos o planteamientos concretos, técnicas y procedimientos de aplicación, costos y cronograma de ejecución. Por ello este deberá incluir las propuestas de acción y los programas y cronogramas de inversión necesarios para incorporar las medidas alternativas de prevención de contaminación, cuyo propósito sea optimizar el uso de las materias primas e insumos, y minimizar o eliminar las emisiones, descargas y/o vertimientos, acorde a lo establecido en la normativa ambiental vigente.



## **8. MARCO CONCEPTUAL**

Desde la perspectiva enmarcada por la Asociación nacional de licencias ambientales (ANLA) en su actualización de la metodología de estudios ambientales se destacan los siguientes términos:

### **8.1. Vertimiento**

Un vertimiento está definido como la “descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido” (Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, 2010).

### **8.2. Vertimiento puntual.**

Un vertimiento puntual está definido como “El que se realiza a partir de un medio de conducción, del cual se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua, al alcantarillado o al suelo” (Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, 2010).

### **8.3. Vertimiento no puntual.**

El vertimiento no puntual hace referencia a “Aquel en el cual no se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua o al suelo, tal es el caso de vertimientos provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares” (Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, 2010).

### **8.4. Aguas residuales**

"Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que, por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos nocivos para la salud y perjudiciales para el medio ambiente" (Espigares & Perez, s/f).

Sin embargo, conforme fueron apareciendo nuevos compuestos químicos procedentes de las industrias, se empezó a prestar una mayor atención a los efectos perjudiciales que generaban este tipo de residuos.

### **8.5. Caudal**

El caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal...) por unidad de tiempo, normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo (Medina, S/f).

### **8.6. Carga orgánica**

La carga orgánica como el contenido de compuestos de carbono en un efluente, cualquiera sea su origen, en estos compuestos el carbono está enlazado a hidrógeno y otros elementos como azufre, oxígeno, nitrógeno, fósforo y cloro, entre otros, el exceso en un cuerpo de agua, ya sea por un vertimiento industrial o urbano, tiene como efecto el agotamiento del oxígeno disuelto (Notijenck, 2013).

### **8.7. Caracterización de aguas residuales**

Para conocer el tipo de contaminación es necesario llevar a cabo una caracterización del agua residual, la cual proporciona una amplia variedad de información sobre el tipo y la concentración de los contaminantes, los parámetros que deberán ser analizados, a parte de los generales como pH y conductividad, serán los que den idea del contenido de materia orgánica, nutrientes tales como nitrógeno y fósforo, sumado a ello identificar sólidos en suspensión, algunos relacionados con la toxicidad de las aguas residuales en relación a los microorganismos,

además de los más específicos y relacionados con el tipo de actividad que genera el efluente como metales, tensioactivos, sulfatos, cianuros, entre otros (Condorchem, 2018).

La caracterización de aguas residuales proporciona una amplia variedad de información sobre el tipo y la concentración de los contaminantes, Los parámetros que deberán ser analizados según la resolución 0631 de 2015 son los son los dados en el capítulo 6 artículo 9, a continuación, se describen algunos de los parámetros fisicoquímicos que más están afectando la calidad del agua vertida al río Desbaratado.

### **8.8. Temperatura.**

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración (Barrenechea, s.f).

### **8.9. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).**

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de un afluente doméstico o industrial, es la cantidad de oxígeno disuelto que puede ser consumido por oxidación bioquímica de materia orgánica degradable, bajo condiciones específicas, cabe resaltar que es solamente un índice general, cualitativo o semicuantitativo de los compuestos orgánicos susceptibles de ser degradados en un corto período de tiempo (Arias, 2003).

### **8.10. Demanda química de oxígeno (DQO)**

“La demanda química de oxígeno es la medida del equivalente en oxígeno del contenido de materia orgánica de una muestra que es susceptible de oxidación por un oxidante químico fuerte” (Arias, 2003).

### **8.11. Los aceites y grasas**

En los vertidos líquidos generan dos tipos de problemas a la hora de la depuración de las aguas residuales, disminución de la mojabilidad de los sólidos en suspensión impidiendo, con ello su sedimentación, y formación de una película que recubre los microorganismos encargados de la biodegradación, impidiendo con ello la captación de oxígeno por los mismos y disminuyendo su poder depurador (Aznar 2000).

El contenido de grasas y aceites es generalmente pequeño en vertidos urbanos, siendo su presencia un indicio de vertido industrial, y causando graves problemas a los sistemas de depuración.

### **8.12. Potencial de hidrogeniones (pH)**

Según Roldán, (2003). La actividad biológica se desarrolla dentro de un intervalo de pH generalmente estricto, el pH como una medida de acidez o basicidad con el que se indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución, a su vez lo denomina como el intervalo de la concentración adecuado para la proliferación y desarrollo de la vida acuática es bastante estrecha y crítico, la mayoría de animales acuáticos prefieren un rango de 6.5 a 8.0, fuera de este rango se reduce a la diversidad por estrés fisiológico y la reproducción (Cortolima, s.f).

### **8.13. Impacto ambiental**

"Impacto ambiental es cualquier alteración del ambiente, que sea adversa o beneficiosa, total o parcial, que pueda ser atribuida al desarrollo de un proyecto, obra o actividad" (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

### **8.14. Tipos de Impactos**

Existen diversos tipos de impactos, estos dependen de su origen, bien sea por el aprovechamiento de los recursos naturales, la contaminación y la ocupación de los territorios, es por ello que según su origen estos se clasifican de la siguiente forma:

Positivo o negativo en términos del efecto resultante en el ambiente, directo o Indirecto si es causado por alguna acción del proyecto o es resultado del efecto producido por la acción, acumulativo es el que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente, sinérgico el que ocurre cuando el efecto conjunto de impactos supone una incidencia mayor que la suma de los impactos individuales, residual el que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación, temporal o permanente el que sucede por un período determinado o es definitivo, reversible o irreversible depende de la posibilidad de regresar a las condiciones originales, continuo o periódico es aquel que depende del período en que se manifieste (Grn.cl, 2018).

### **8.15. Residuos peligrosos**

Los residuos peligrosos como aquellos residuos o desechos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos o indirectos, a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo peligroso a los empaques, envases y embalajes que estuvieron en contacto con ellos (Sistema de información ambiental de Colombia, 2015).

### **8.16. Zonificación ambiental**

La zonificación ambiental es el proceso de sectorización de un área compleja como lo es el área de influencia, en áreas relativamente homogéneas de acuerdo a las características y a la sensibilidad ambiental de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Por lo tanto, se puede definir como el que integra la información de la caracterización ambiental de línea base y establece, de acuerdo a la normativa ambiental vigente y a las propiedades de los atributos de los componentes ambientales, su susceptibilidad ante fenómenos naturales y antrópicos, a fin de identificar zonas del área de influencia con los diferentes grados de sensibilidad ambiental (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible 2018).

### **8.17. Sensibilidad ambiental**

Según Sandia (2008). La Sensibilidad Ambiental se entiende como el potencial de afectación transformación o cambio) que pueden sufrir los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos, bióticos y socioeconómicos debidos a las actividades de intervención antrópica del medio o debido a los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente

### **8.18. Área de Influencia Directa**

"El área de influencia directa (AID) es aquella donde se prevé la afectación por las actividades del Proyecto sobre los diferentes sistemas que comprenden un territorio: abiótico, biótico y socioeconómico, así como las interrelaciones entre ellos" (Corporaciones Autónomas Regionales 2015).

### **8.19. Medio Abiótico**

Según Pinzón (2013). El medio abiótico se define como el conjunto de factores inertes que hacen parte del medio ambiente y que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos. Los factores ambientales más importantes del componente abiótico son: sol, aire, agua, suelo, clima, relieve, luz (P.46).

### **8.20. Medio Biótico**

Para Pinzón (2013) "El componente biótico se define como el conjunto de organismos vivos que interactúan con otros seres vivos, se refiere a la flora y fauna de un lugar y a sus interacciones"(P.46).

### **8.21. Medio Socio económico**

Es el conjunto de factores relacionados con el ser humano y su desarrollo, se destaca que la información resultante debe permitir un análisis de la integralidad de sus condiciones y características, guardando coherencia para cada uno de sus componentes e involucrando información relevante de los medios abiótico y biótico. (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible 2018).

### **Medidas de compensación**

Las define Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos (Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible 2010).

### **8.22. Medidas de corrección**

"Las medidas de corrección son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad". (Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible 2010).

### **8.23. Medidas de mitigación:**

"Las medidas de mitigación son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente" (Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Sostenible 2010).

### **8.24. Medidas de prevención**

"Las medidas de prevención son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente" (Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Sostenible 2010).



## 9. MARCO LEGAL

La Constitución Política de 1991 contiene 49 artículos alusivos al medioambiente, dentro de los cuales se cita en los artículos 78, 79, 80, 81, 82, es deber del estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, así como el derecho de toda persona a gozar de un ambiente sano. Por lo anterior, es necesario presentar algunas de las normas concernientes al tema de vertimientos de aguas residuales de origen doméstico e industrial, a su vez otras que van encaminadas a garantizar los derechos y obligaciones que tiene el estado y las personas naturales de disfrutar de un ambiente sano.

Tabla 1: Normatividad ambiental aplicable al proyecto

NORMAS GENERALES	
Decreto Ley 2811 de 1974 – Código Nacional de los Recursos Naturales	El decreto establece las medidas para crear el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente
Ley 9 de 1979	Esta ley establece las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar u mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona a la salud humana; a su vez los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente
Ley 99 de 1993	Estableció la creación Ministerio del Medio Ambiente, y se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se reorganiza el sistema nacional

	ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones
<b>POLÍTICAS NACIONALES DEL MEDIO AMBIENTE</b>	
Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, 2010	Se determinaron los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégicas para el manejo del recurso hídrico del país en un horizonte de 12 años.
Decreto Ley 373 de 1997	Este decreto establece los lineamientos generales para elaborar los programas para el uso eficiente y ahorro de agua
<b>POLÍTICAS NACIONALES PARA EL RECURSO AGUA</b>	
Decreto 1594 de 1984	Por medio del presente decreto se establecen las directrices mínimas para el ordenamiento del recurso hídrico; las normas que regulan y condicionan los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados; las disposiciones que regulan los permisos de vertimiento, los planes de cumplimiento y los registros de los vertimientos
Decreto 3100 de 2003	Reglamenta las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones
Decreto 3440 de 2004	Tiene por objeto reglamentar las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de vertimientos puntuales
Resolución 1433 de 2004	Adopta medidas para la elaboración de planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan de otras determinaciones.
Resolución 2145 de 2005	Esta resolución modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV

AUTORIZACIONES Y LICENCIAS AMBIENTALES	
Resolución 631 de 2015	Establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones
Decreto 3930 de 2010	Este decreto determina las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados
Resolución 1280 de 2010	Esta resolución fija la escala tarifaria para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de las licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de manejo y control ambiental para proyectos cuyo valor sea inferior a 2.115 smmv y se adopta la tabla única para la aplicación de los criterios definidos en el sistema y método definido en el Artículo 96 de la Ley 633 para la liquidación de la tarifa.
Decreto 872 de 2006	Proporciona la información necesaria para la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas subterráneas a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 865 de 2004	Lineamientos para adoptar la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.
Decreto 1594 de 1984	Lineamientos para los permisos de vertimientos.
Resolución 1074 de 1997	Por la cual se establecen estándares ambientales en materia de vertimientos

Fuente: Elaboración propia

## **10. METODOLOGÍA**

La metodología utilizada en este estudio comprende las siguientes fases:

### **10.1.1. Fase 1. Revisión documental**

Se utilizaron herramientas digitales, entre las cuales se destacarán las bases de datos científicas y páginas de reconocimiento académico que tengan relación directa con el tema

### **10.1.2. Fase 2. Recolección de la información**

Se realizaron visitas de campo a la planta de producción del Trapiche Lucerna con el fin de identificar los impactos generados en el proceso de elaboración de sus productos, se determinaron de manera general los impactos ambientales que causan las actividades productivas en lo que ha fabricación de azúcar y miel se refiere, se evaluó la eficiencia del sistema de tratamiento en la remoción de contaminantes, para ello se usaron una matrices de impactos ambientales o ASPI, listas de chequeo, encuestas, matriz de Leopold e información suministrada por la empresa como permisos vigentes, manuales, caracterizaciones de los vertimientos generados, planos y formatos normalizados. Lo anterior permitió identificar las actividades que influyen la adecuada operación de la planta de tratamiento de aguas residuales y afecta el en apropiado control de vertimientos.

### **10.1.3. Fase 3. Organización de la información**

Se usaron programas de Microsoft Office (excel y word), adicionalmente herramienta para organizar los datos, construir tablas y elaborar gráficos, con el fin visualizar los análisis de los resultados obtenidos en el diagnóstico ambiental, la evaluación ambiental y las fichas de manejo ambiental realizados a los procesos del trapiche Lucerna y en especial al sistema de tratamiento de aguas residuales.

#### **10.1.4. Fase 4. Análisis de la información**

Una vez se realizado el trabajo de campo se analizaron los resultados y se recopiló la información necesaria para realizar el diagnóstico ambiental y posteriormente la evaluación ambiental de la PTAR del trapiche Lucerna, por lo tanto se utilizó microsoft excel para procesar los datos obtenidos gráficos y sus respectivas tablas, las cuales permitieron observar los diferentes impactos ambientales que se presentan la operación de la PTAR y a su vez sirvieron como insumo para determinar la pertinencia de formular un plan de un manejo ambiental el cual genere medidas de mitigación, prevención, compensación y corrección para el cuidado del medio ambiente en la zona de influencia del trapiche Lucerna.

#### **10.2. Fase 5. Construcción del documento final**

La última etapa del proyecto se desarrolló el informe detallado la información y las evidencias recopiladas durante las actividades de campo, se expuso el plan de manejo ambiental, su alcance, fichas de manejo ambiental y las acciones contempladas en el mismo y se identificaron los impactos ambientales más relevantes y por último se presentó el documento final. A continuación, se presenta un esquema donde se aprecian los pasos a seguir en la metodología:

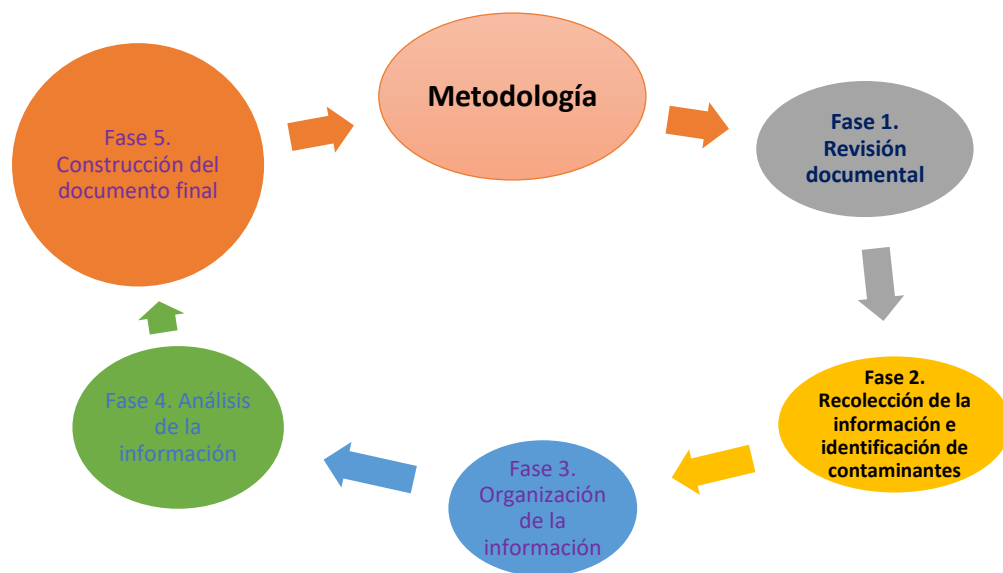


Figura 1: Metodología usada para el desarrollo del proyecto. Fuente: Elaboración propia

## 11. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 11.1. Localización del trapiche Lucerna

El trapiche Lucerna S.A., se encuentra ubicada en el corregimiento de Chocosito perteneciente al municipio de Florida, en el departamento del Valle del Cauca, con coordenadas Geográficas ( $3^{\circ}17'15.2''N$  y  $76^{\circ}17'40''O$ ).



Imagen 2: Planta de producción trapiche Lucerna 2018. Fuente: Trapiche Lucerna

## **Historia del trapiche Lucerna**

Trapiche Lucerna S.A. deriva su nombre de la empresa Agropecuaria Lucerna Ltda., proveedora de caña de azúcar desde 1960 de ingenios ubicados en el sur del valle del río Cauca, en 1995 por iniciativa de los ingenieros Carlos Alberto y Víctor Manuel Ledesma, inició la constitución de la empresa en el corregimiento de Chocosito, municipio de Florida, con la maquinaria del entonces ingenio Balsilla, que proyectó montar el empresario santandereano Luis Eduardo Casas en el municipio de Zulia, Norte de Santander, cabe resaltar que las instalaciones fabriles de Lucerna iniciaron operaciones en 1998 con la elaboración de miel virgen para la industria panelera y alcoholera; sin embargo, debido a cambios en las regulaciones estatales, en el 2003 se instaló una caldera de alta presión, turbinas de vapor, tachos y centrifugas para la elaboración de azúcar, es así como el 21 de octubre de 2004, Lucerna inició sus operaciones de elaboración de azúcar; la compañía tiene capacidad de molienda de aproximadamente 600 toneladas de caña/día y una producción de 350,000 quintales de azúcar/año. Además, actualmente es auto generadora de energía, puesto que cuenta con dos turbogeneradores de 1500 kW cada uno. Proveedores y amigos suministran el 95% de la caña y su zona de influencia son los municipios de Florida, Candelaria y Pradera (Valle del Cauca) y Puerto tejada, Miranda, Corinto y Padilla (Cauca). Actualmente genera 278 empleos directos y 750 indirectos (Cenicaña, 2016).

### **11.2. Caracterización del area de influencia**

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales del Trapiche Lucerna S.A., está localizada a 1038 msnm, con una precipitación media anual de 2000mm y una temperatura media anual de 23°C. Está ubicada en el corregimiento de Chocosito municipio de Florida departamento del Valle del Cauca, sobre la margen derecha del río Desbaratado. Se encuentra en



el centro poblado del corregimiento de Chocosito, además de ello cuenta con los servicios de electricidad y alcantarillado, adicionalmente a lo anterior es necesario describir que la cabecera municipal de Florida (Valle del Cauca), limita con la región Andina, y el Valle geográfico del río Cauca cerca del piedemonte de la Cordillera Central, a una distancia de 42 Km. De la Capital del Departamento, Santiago de Cali, tiene un área de 395 Km<sup>2</sup>, geográficamente el municipio de Florida se localiza de la siguiente manera: Latitud Norte: 3° 19' 45". Longitud Oeste: 76° 14' 00" (Sis.valledelcauca, 2018).

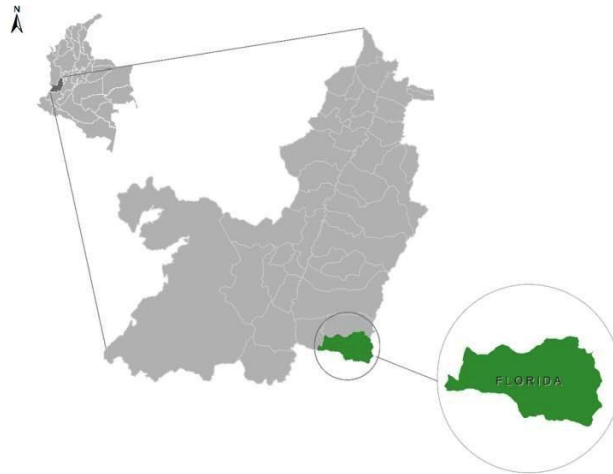


Imagen 3.Ubicación del municipio de Florida en el mapa del Valle del cauca. Fuente: Alcaldía de Florida

### **11.2.1. Altura y Temperatura**

Florida se ubica a los 3° 20' 00" de latitud norte y 76° 14' 05" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Las coordenadas planas con origen en Santafé de Bogotá y con el nivel del mar en Buenaventura son: X = 1.090.000, X = 1.097.400, Y = 857.000, X = 862.0 representada en 1.038 metros sobre el nivel del mar en la zona plana, con temperaturas de 24°C y 4.120 metros sobre el nivel del mar, en la zona de páramo, con temperaturas de 4°C (Alcaldía de Florida, 2018).

### **11.2.2. Hidrografía**

El municipio de Florida cuenta con nueve ríos: Aguadita, Caleños, Cañas, Desbaratado, Párraga, Frayle, San Antonio, San Rafael y Santa Bárbara y ocho lagunas: la Esperanza, Caridad y Fe en el Páramo de las Tinajas, el Rancho, el Trincho, La Olleta, Los Frayles, La Redonda, Santa Bárbara.

Cabe resaltar que los dos afluentes más relevantes son el Frayle y el Desbaratado, ya que son utilizados con fines agrícolas y para el suministro de agua para el consumo humano, a su vez son los que soportan la aportan la mayor cantidad de cargas contaminantes; la cuenca del río Frayle es catalogada como la más importante porque es empleado para el abastecimiento de agua para el consumo humano por contar con buena calidad, caudal alto y constante, por otro lado, el río desbaratado es utilizado para la descarga de algunos contaminantes de las industrias que realizan sus actividades productivas

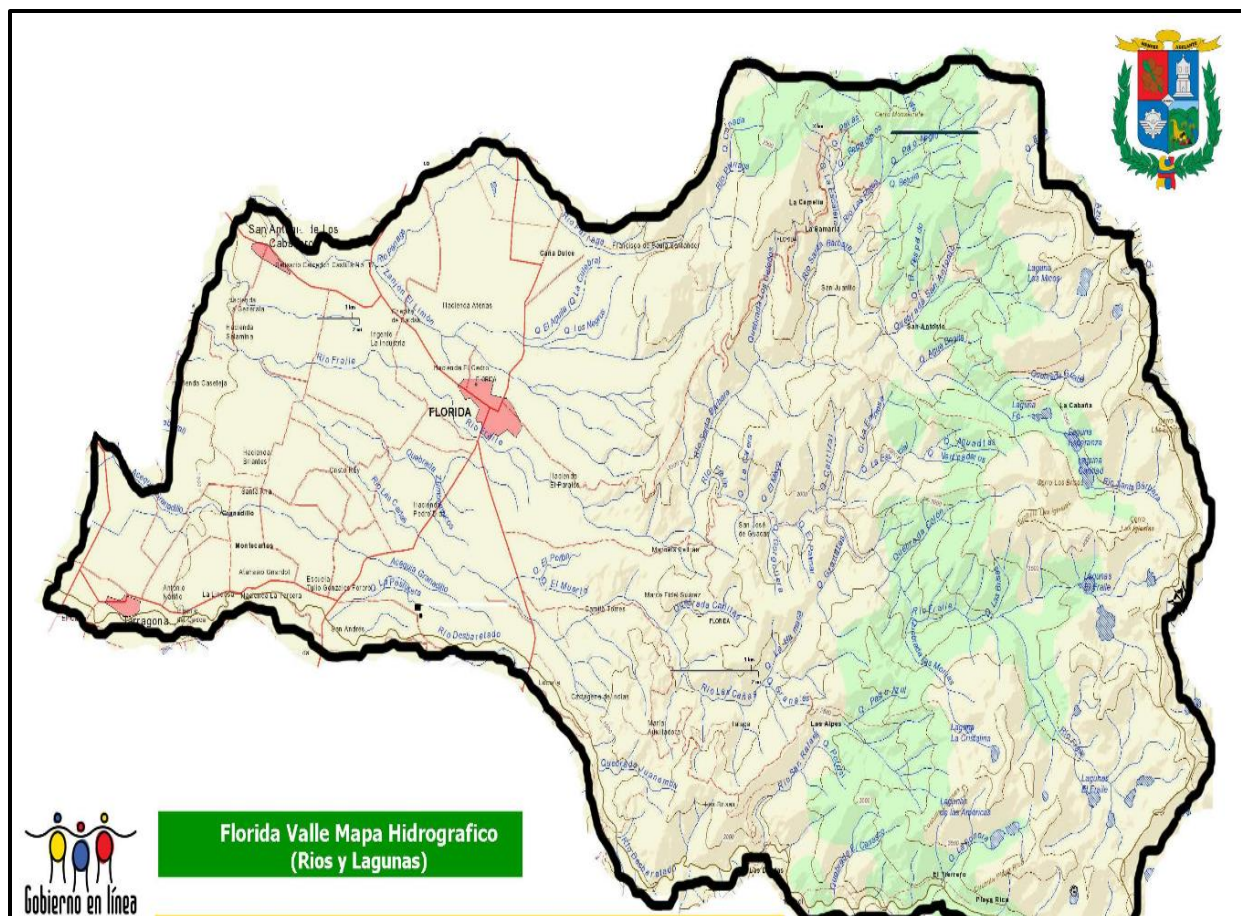


Imagen 4. Cuencas hidrográficas de Florida (Valle). Fuente: Alcaldía de Florida, 2017

### 11.2.3. Descripción Socioeconómica

La composición total por edades es la siguiente: un 30 % de la población es menor de quince años, el 33% está compuesta por jóvenes y adultos jóvenes entre 15 a 34 años; el 27% corresponde a adultos y los mayores de 60 años alcanzan una proporción del 10%. La población en edad escolar desde preescolar hasta secundaria completa, comprendida entre los 5 y 19 años, alcanza una proporción de 31%. La mayoría de la población tiene condiciones de vida precarias, debido a los bajos niveles de ingreso de las familias, situación que se ve reflejada en el alto porcentaje de la población con necesidades básicas insatisfechas (NBI) que alcanza el 18,24%, en la zona urbana y el 30%<sup>2</sup> en la zona rural, para un total agregado de 21.47%, indicadores

bastante altos que se encuentran por encima de los índices departamentales, que alcanzan un 14% en el área urbana y 26% en el área rural (Alcaldía de Florida, 2018).

Florida es un municipio pluriétnico y multicultural, que, de acuerdo con el censo de 2005, tiene una población indígena que alcanza el 4,7% del total, es decir 2.746 personas, para el 2016; el otro grupo de población importante es la que se reconoce como población afro descendiente, la cual representa el 31.2%, es decir 18.207 personas

### **11.3. Análisis del sistema de tratamiento de la PTAR del Trapiche Lucerna**

La Planta de tratamiento de aguas Residuales industriales del Trapiche Lucerna S.A. fue construida con el fin de dar un tratamiento adecuado a los vertimientos líquidos generados en el proceso transformación de la caña en azúcar blanca y melaza, de manera que las aguas resultantes de la planta tengan la menor carga contaminante antes de ser vertidas al río Desbaratado, para con ello preservar el estado del cuerpo de agua en condiciones adecuadas para que sea utilizado por la comunidad y con ello ocasionando la menor afectación posible a los ecosistemas que dependen de este afluente, al mismo tiempo dar cumplimiento a la legislación ambiental nacional vigente.

La planta de tratamiento de agua residual del trapiche Lucerna cuenta con tratamientos preliminares y primarios , para con ello poder cumplir con los valores máximos permisibles establecidos en la resolución 0631 de 2015 en el artículo 9, los cuales deben cumplir las industrias azucareras, de igual forma la empresa de cumplir con los compromisos adquiridos en el plan de cumplimiento el cual indica los requisitos que la Corporación autónoma regional del Valle del Cauca (CVC) indica para realizar la operación adecuada de la planta de tratamiento,

además la empresa realiza caracterizaciones de sus aguas residuales dos veces por año con el fin de monitorear calidad vertimientos que descargan al río desbaratado.

Según lo consignado en el permiso de vertimientos expedido en el año 2015 el sistema de tratamiento de aguas residuales del trapiche Lucerna cuenta con las siguientes unidades: trampas de grasas con cuatro compartimientos, recipiente para la dosificación de cal viva, aplicación de coagulante (sulfato de aluminio) y floculante sedisol, (cabe destacar que la aplicación de coagulante y floculante no se está llevando a cabo), piscina de sedimentación, laguna aireada, la cual cuenta con 6 aireadores de los cuales funcionan actualmente cuatro, la laguna de estabilización y finalmente desagüe tipo cascada para que desemboca en el río Desbaratado.

El sistema de tratamiento existente, consta de acequias que conducen los vertimientos generados, un sistema de trampas de grasa y tres lagunas de tratamiento, así los diferentes procesos biológicos que ocurren en ellas favorecen para obtener un vertimiento de que cumpla con los parámetros fijados por la normatividad vigente.

"El caudal de diseño de la planta de tratamiento es de 1.49 l/s, según la última caracterización este se encuentra en 4.32 l/s lo que indica que se está cuadruplicando los aportes de vertimientos a la PTAR" (Ledesma, 2019).

El diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales del Trapiche Lucerna S.A., consta sistema de rejillas artesanales, trampas de grasa como pre tratamiento y tres lagunas que se describe en la figura 2.

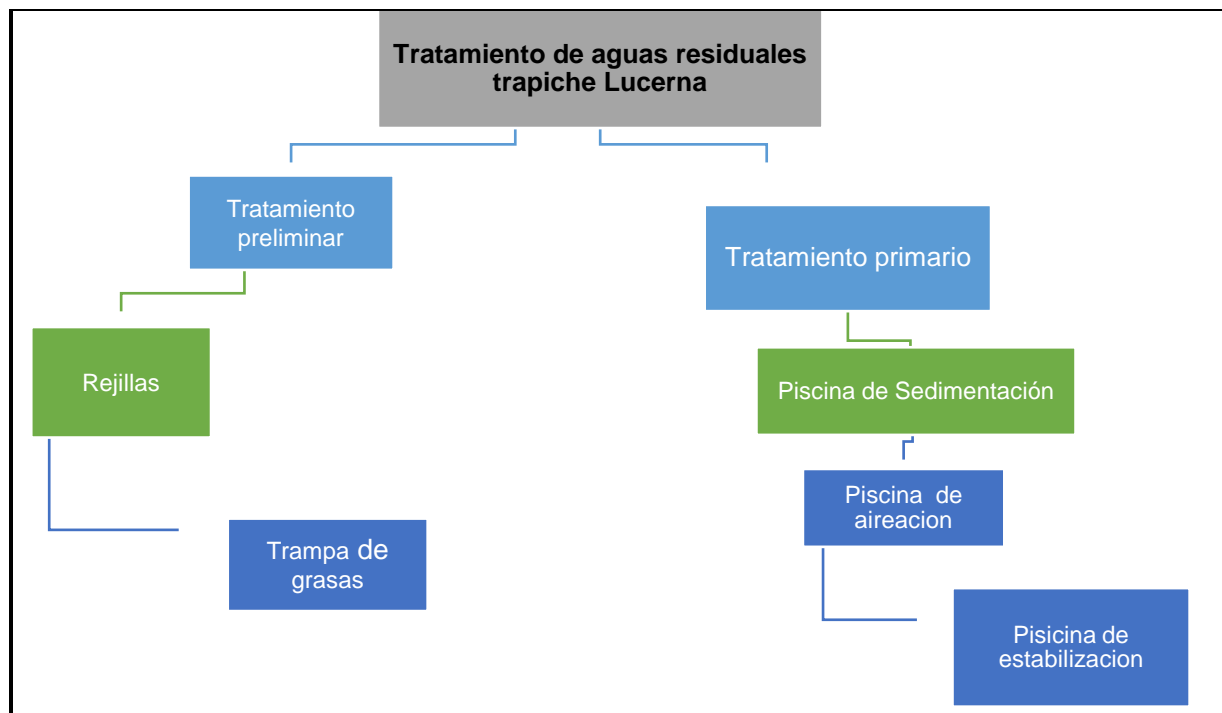


Figura 2: La figura describe las unidades de tratamiento de aguas residuales del trapiche Lucerna. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen de manera detallada el sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa, incluyendo sus características técnicas.

#### **11.3.1. Rejillas artesanales.**

Son utilizadas para retener residuos sólidos de mediano tamaño y evitar daños o saturación en la unidad siguiente como se ilustra en la imagen 5.



Imagen 5. Rejillas artesanales diseñadas para el proceso de molinos. Fuente: Elaboración propia

### **11.3.2. Trampa de Grasas**

Las trampas de grasa son el pre tratamiento del sistema, se utilizan para separar los residuos sólidos y las grasas que provienen de la planta de producción. Retienen por sedimentación los sólidos en suspensión y por flotación el material graso, como lo refleja la imagen 6.



Imagen 6. Sistema de trampas de grasas de la PTAR del trapiche Lucerna. Fuente: Elaboración propia.

### 11.3.3. Laguna de Sedimentación

"Las lagunas de sedimentación/espesamiento son lagunas de asentamiento donde el lodo se espesa y se deseca, el efluente es removido y tratado, mientras que el lodo espesado puede tratarse posteriormente con otra tecnología" (Tilley, Ulrich, & Lüthi, 2018) . Esta laguna cuenta con un volumen de 2400m<sup>3</sup>, de acuerdo a las dimensiones especificadas en la siguiente tabla 2.

Tabla 2: Especificaciones técnicas laguna de sedimentación

Ancho Superior (m)	17
Largo Superior (m)	57
Ancho Inferior (m)	13
Largo Inferior (m)	49
Altura (m)	3.0
Volumen (m3)	2400
Flujo de descarga máximo (L/s) *	5.57
Flujo de descarga mínimo (L/s) *	2.95

Fuente: (Ingesam, 2019)





Imagen 7. Laguna de sedimentación de la PTAR del trapiche Lucerna. Fuente: Elaboración propia

#### 11.3.4. Laguna de Aireación Mecánica

La laguna cuenta con un volumen de  $525\text{m}^3$ , de acuerdo a las especificaciones dadas en la siguiente tabla:

**Tabla 3:** Dimensiones laguna de aireación

Ancho Superior (m)	13
Largo Superior (m)	30
Ancho Inferior (m)	9
Largo Inferior (m)	27
Altura (m)	2
Volumen (m <sup>3</sup> )	525
Flujo de descarga máximo (L/s) *	5.57
Flujo de descarga mínimo (L/s) *	2.95

Fuente: (Ingesam, 2019)



Imagen 8.Laguna de aireación de la PTAR del trapiche Lucerna 2016. Fuente: Elaboración propia.

#### 11.3.5. Laguna aerobia de maduración y/o estabilización

La última laguna del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Trapiche Lucerna S.A., es de tipo aerobia de maduración, que cuenta con un volumen de 3505m<sup>3</sup>, de acuerdo a las dimensiones especificadas en la tabla 4.

Tabla 4: Dimensiones laguna aerobia de maduración y/o estabilización

Ancho (m)	40
Largo (m)	58.4
Altura (m)	1.5
Volumen (m3)	3505
Flujo de descarga máximo (L/s) *	5.57
Flujo de descarga mínimo (L/s) *	2.95

Fuente: (Ingesam, 2019)



Imagen 9. Laguna de maduración o estabilización. Fuente: Elaboración propia

## 11.4. Identificación de impactos ambientales generados por los procesos del trapiche

### Lucerna

Para realizar el diagnóstico de los impactos ambientales generados por la empresa se identificaron las actividades susceptibles a causar aspectos e impactos al medio ambiente – ASPI, además de manera más profunda se analizó el estado actual de la PTAR del Trapiche Lucerna mediante una evaluación de impacto ambiental.

Tabla 5: Matriz ASPI del proceso de generación de vapor

Proceso –ASPI	Medio	Aspectos	Impactos
Generación de Vapor	Agua	<ul style="list-style-type: none"><li>-Altas temperaturas</li><li>-Fugas de agua</li><li>-Alta demanda de agua superficial</li><li>-Arranques de planta de producción</li><li>-Derrame de compuestos dulces</li><li>-Trazas de sacarosa</li><li>-Purgas excesivas de aguas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Contaminación térmica por vertimientos de agua caliente</li><li>-Mayor demanda de agua</li><li>-Disminución del cauce del río Desbaratado</li><li>-Aumento o disminución del pH del agua</li><li>-Presencia de sólidos solubles y sólidos sedimentales en las canales que van a la PTAR</li><li>-Aumento de la carga orgánica en los vertimientos</li><li>-Aumento del caudal en la PTAR</li></ul>
	Aire	<ul style="list-style-type: none"><li>-Generación excesiva de material particulado</li><li>-Ceniza</li><li>-Vapor de agua</li><li>-Emisión de ruidos altos</li><li>-Ceniza producida por operación de ciclones</li><li>-Emisión de NOx, bagazo particulado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Contaminación del aire por partículas</li><li>-Aumento de la lluvia ácida</li><li>-Generación de gases de efecto invernadero y contaminación de la troposfera</li><li>-Agotamiento de la capa de ozono</li><li>-Contaminación Tizne y CO2 liberado al medio ambiente</li></ul>

		-Gases de combustión -Quema de bagazo con altos índices de humedad	-Contaminación sonora
	Suelo	-Desperdicio de bagazo -Generación de ceniza y arena -Derrames de grasas y aceites	- Contaminación de suelo - Intoxicación de flora y fauna -Contaminación por residuos peligroso
	Socioeconómico	-Exceso de material particulado -Ruido excesivo -Maquinaria sin guardas de seguridad -Falencias en el uso de los elementos de protección personal	-Producción de neumonitis por hipersensibilidad o bagazosis por exposición al material particulado -Aparición de enfermedades laborales -Accidentes laborales -Estrés laboral

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Matriz ASPI Recepción y preparación de la caña

Proceso –ASPI	Medio	Aspectos	Impactos
Recepción y preparación de la caña	Agua	-Vertimiento de aguas de lavado -Solidos sedimentales -Descargas al alcantarillado municipal	-Aumento de la carga orgánica y contaminación del agua - Atascos en la red de alcantarillado -Afectaciones a la flora y fauna acuática debido a la falta de oxígeno
	Aire	-Emisión de material particulado debido a fuentes móviles - Generación ruido	-Contaminación del aire por material particulado y polvo -Contaminación sonora debido al ruido excesivo de la maquinaria
	Suelo	-Caña pisoteada	-Alteración de la flora por la disposición de lodos en lugares no adecuados

		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Generación de lodos residuales</li> <li>-Arena, hojas, trozos de caña</li> <li>-Filtración de grasas y aceites</li> <li>Descargas de marmaja y ripio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación del suelo por derrames de grasas y aceites de los tractores</li> <li>Contaminación por residuos de postcosecha</li> </ul>
	Socioeconómico	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Transito lento en las vías publicas</li> <li>-Emisión de material particulado</li> <li>-Tránsito de maquinaria pesada en áreas comunes de la población de Chocosito</li> <li>-Riesgos mecánicos</li> <li>-Deficiencias en la señalización de los trenes cañeros y ausencia de guarda vías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Incomodidades a la población de Chocosito y sectores aledaños</li> <li>-Afectación a la salud de los habitantes de la zona de influencia</li> <li>-Peligro latente de atropellamiento a peatones</li> <li>-Accidentes de transito</li> <li>- Accidentes laborales por atrapamiento</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Matriz ASPI Recepción y preparación de la caña

Proceso –ASPI	Medio	Aspectos	Impactos
Molienda y sulfitación	Agua	<p>Generación de agua contaminada con grasas y aceites + jugo</p> <p>-Pérdidas de agua</p> <p>-Vertimiento de agua con alto contenido de solidos sedimentales</p> <p>-Mezcla de agua con marmaja</p> <p>-Vertimiento de residuos peligrosos</p> <p>-Alta temperatura del agua</p> <p>-Floculantes de desborde</p>	<p>-Aumento de los parámetros fisicoquímicos del agua</p> <p>-Agotamiento del recurso</p> <p>-Fallas en la operación de la PTAR lo que conlleva a contaminación del río desbaratado</p> <p>-Aumento o disminución del pH del agua</p> <p>- Intoxicación de flora y fauna acuática debido a la presencia de compuestos químicos.</p> <p>-Crecimiento de algas invasivas</p> <p>-Disminución del oxígeno disuelto</p>
	Aire	<p>-Ruido excesivo</p> <p>-Material particulado</p> <p>-Producción de vapor de agua</p>	<p>-Contaminación sonora</p> <p>-Contaminación del aire por la presencia de material particulado</p> <p>-Aumento de gases de efectos invernadero</p>
	Suelo	<p>-Derrame de marmaja y jugos dulces</p> <p>-Fugas grasas y aceites en el suelo</p>	<p>-Afectaciones a la flora autóctona de la zona</p> <p>-Esterilidad de los suelos</p> <p>-Aumento del volumen de residuos ordinarios y peligrosos</p>
	Socioeconómico	<p>-Falencias en el uso de los elementos de protección personal (EPP)</p> <p>-Rodamientos sin guardas de seguridad</p>	<p>-Aparición de enfermedades laborales</p> <p>-Riesgo de accidentes leves o graves</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Matriz ASPI Evaporación, clarificación de jugo y meladura

Proceso –ASPI	Medio	Aspectos	Impactos
Evaporación, clarificación de jugo y meladura	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrastres de azúcar</li> <li>-Aguas de lavados de los evaporadores y Calentadores</li> <li>-Vertimientos de agua caliente</li> <li>-Desborde de lodos de cachaza</li> <li>Vertimiento de ácido clorhídrico y soda caustica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-contaminación del agua por aumento en la carga orgánica</li> <li>-Aumentos del caudal lo que provoca ineficiencias en la plana de tratamiento</li> <li>-Contaminación del agua por agentes químicos</li> <li>-Destrucción de microorganismos por efectos corrosivos de las sustancias químicas presentes en el agua</li> </ul>
	Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emisión de gases a la atmosfera</li> <li>-Vapor de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aumento de los efectos del cambio climático</li> <li>-Contaminación atmosférica por emisiones de CO2 y gases de efecto invernadero</li> </ul>
	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Generación de residuos peligros (Ácidos o bases fuertes)</li> <li>-Desborde de bagacillo, cachaza y arena</li> <li>-Escorrentía de líquidos de la cachaza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contaminacion de la PTAR por residuos peligrosos</li> <li>-Afectaciones de las características fisicoquímicas del suelo</li> <li>-Exceso de nutrientes</li> </ul>
	Socioeconómico	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Acumulación irregular de cachaza</li> <li>-Ruido excesivo</li> <li>-Alta temperatura ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Afectaciones paisajísticas</li> <li>-Olores ofensivos</li> <li>-Afecciones a la salud de los trabajadores</li> <li>-Aumento en la sensación térmica lo que ocasiona estrés laboral</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 9: Matriz ASPI Cristalización y centrifugación

Proceso –ASPI	Medio	Aspectos	Impactos
Cristalización y centrifugación	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vertimiento de agua +soda caustica</li> <li>-Descargas con cargas de alta contaminación</li> <li>-Regueros de masa por desbordes cristalizadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aumento de DBO presente en el agua que será tratada por la PTAR</li> <li>-Contaminacion del rio desbaratado</li> <li>-Aumento del caudal lo que genera ineficiencias en el tren de tratamiento lo que ocasiona contaminación de las fuentes de agua</li> </ul>
	Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Generación de vapor de agua</li> <li>Ruido excesivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aporte al aumento del cambio climático</li> <li>-Contaminacion sonora</li> </ul>
	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Derrames de grasas y aceites</li> <li>-Residuo de semillas Ay B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Infertilidad en los suelos</li> <li>-Contaminacion de flora y fauna nativa de la zona</li> </ul>
	Socioeconómico	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Falencias en el uso de los EPP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aparición de enfermedades laborales</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Matriz ASPI Secado, empaque y almacenamiento (azúcar y miel)

Proceso –ASPI	Medio	Aspectos	Impactos
Secado, empaque y almacenamiento (azúcar y miel)	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vertimientos de lubricantes</li> <li>-Azúcar por fallas es sacos de azúcar.</li> <li>-Desborde de piscina de enfriamiento</li> <li>-Vertimiento de bagazo y miel</li> <li>-Vertimiento de agua + soda en días de mantenimiento.</li> <li>-Alto consumo de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contaminacion del agua</li> <li>-Aumento de la carga química a la PTAR</li> <li>-Aumento de caudal lo que genera falencias en la eficiencia de remoción</li> <li>-Intoxicación o destrucción de los ecosistemas acuáticos</li> <li>-Agotamiento del recurso</li> </ul>

	Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Emisión de MP debido a fuentes móviles.</li> <li>-Quema de estibas en mal estado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contaminacion del aire debido a la generación de material particulado</li> <li>-Contribución al cambio climático producto de la generación de gases de efecto invernadero</li> </ul>
	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Generación de empaques de polipropileno</li> <li>-Arena + barro</li> <li>-Emisión de ruido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contaminacion del suelo por residuos solidos</li> <li>-Alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo</li> </ul>
	Socioeconómico	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cargas excesivas</li> <li>-Contratación regular de personal.</li> <li>-Tránsito de vehículos de carga</li> <li>-Labores repetitivas</li> <li>-Presión laboral por cumplimiento de objetivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aparición de enfermedades profesionales</li> <li>-Generación de empleo</li> <li>-Producción de afecciones respiratorias</li> <li>-Improductividad y estrés laboral</li> <li>-Riego de producirse un accidente</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Matriz ASPI Mantenimiento y taller agrícola

Proceso –ASPI	Medio	Aspectos	Impactos
Mantenimiento y taller agrícola	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vertimiento de residuos peligrosos</li> <li>-Derrames de grasas y aceites e hidrocarburos a canales de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contaminación del agua por el aumento de materiales altamente corrosivos</li> <li>-Deterioro de los ecosistemas acuáticos</li> </ul>
	Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Uso de dieléctrico, penetrantes y aerosoles</li> <li>-Quema de residuos solido</li> <li>-Emisión de material particulado por fuentes móviles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contaminacion del aire por compuestos que contienen cloro</li> <li>-Contaminacion por la producción de material particulado</li> <li>-Aumento de los gases de efecto invernadero</li> </ul>
	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de empaques de residuos peligrosos (componentes electrónicos, dieléctricos, bandas, llantas, tintas y solventes)</li> <li>-Residuos de cables</li> <li>-Filtros de automotores</li> <li>-Derrames de hidrocarburos</li> <li>-Trapos contaminados en exceso</li> <li>-Erosión del suelo por el tránsito de maquinaria pesada</li> <li>-Generación de chatarra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contaminacion de los suelos</li> <li>-Aumento en el relleno sanitario</li> <li>-Esterilidad en los suelos</li> <li>-Inestabilidad de los suelos</li> <li>-Reciclaje parcial con el fin de retornar los metales a la cadena productiva</li> </ul>
	Socioeconómico	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Falencias en los elementos de protección personal</li> <li>-Manejo de cargas pesadas</li> <li>-Equipos en malas condiciones</li> <li>-Generación de empleo</li> <li>-Instalaciones eléctricas deficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aparición de enfermedades profesionales</li> <li>- Riesgo de accidentes por atrapamiento</li> <li>-Estabilidad laboral</li> <li>-Mejora en la calidad de vida</li> <li>-Riesgo eléctrico</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12 Matriz ASPI Laboratorio del trapiche Lucerna

Proceso –ASPI	Medio	Aspectos	Impactos
Laboratorio	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vertimiento de ácidos a la red de alcantarillado</li> <li>-Vertimiento de mieles y azúcares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contaminación del agua</li> <li>-Alteraciones del pH en el agua</li> <li>-Destrucción de ecosistemas autóctonos del río</li> <li>-Aumento en la carga orgánica en el afluente final</li> </ul>
	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Marmaja y mieles arrojadas al suelo</li> <li>-Derrames de agua con ácido</li> <li>-Generación de residuos peligrosos (empaques de vidrio con muestras de agua de condensados, sacarosa y jugos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contaminación de los suelos</li> <li>-Pérdida de fertilidad en los suelos</li> <li>-Afectaciones a la flora y la fauna</li> </ul>
	Socioeconómico	-Estabilidad laboral	Mejoras en la calidad de vida de los trabajadores de este departamento

Fuente: Elaboración propia.

#### **11.4.1. Análisis de las matrices de aspectos e impactos ambientales**

En términos generales, después de haber realizado las matrices de aspectos e impactos ambientales a los procesos del trapiche Lucerna se puede determinar lo siguiente:

En el proceso de generación de vapor se evidencian impactos ambientales relevantes debido a las altas temperaturas generadas, esto conlleva a episodios de contaminación térmica debido a la producción de vapor de agua que es uno de los contaminantes atmosféricos más abundantes en el planeta, por tanto, la emisión del mismo contribuye a incrementar los efectos del cambio climático. Sumado a lo anterior, este proceso demanda el uso de grandes cantidades de agua para el funcionamiento de la caldera, el efluente resultante presenta altas temperaturas lo que representa reducción en el oxígeno disuelto, estimulación en la actividad bacteriana, reducción en la viscosidad del agua, favorecimiento a la aparición de depósitos de sedimentos, que a su vez afectan condiciones organolépticas como el olor y el sabor de las aguas debido a la disminución en la solubilidad de los gases.

Se evidencia gran cantidad de derrames y fugas de grasas y aceites, esto ocurre por fallas en el mantenimiento de las bombas y equipos usados en el proceso. Otro factor relevante son las emisiones atmosféricas que contaminan el aire con material particulado  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$ , vapor de agua y gases de combustión que promueven los efectos adversos del calentamiento global, cambio climático y la aparición de enfermedades respiratorias.

Otro de los impactos más notables es la generación de material particulado debido a la operación de la bagacera, esto afecta de gran manera a los trabajadores de toda la planta ya que las corrientes de aire transportan estas partículas a otras áreas, esto aumenta el riesgo de enfermedades respiratorias y afecciones oculares; cabe resaltar que en esta área hay

contaminación auditiva por la operación normal de la caldera y la falta de minimizadores de ruido en los motores; sumado a lo mencionado, las falencias en el uso de los elementos de protección personal y ausencia de muchas guardas de seguridad repercuten en la aparición de enfermedades profesionales, aumento en la ocurrencia de accidentes y estrés laboral. En términos normativos para esta área la empresa se encuentra certificada bajo el decreto 948 de 1995 el cual se define las acciones y los mecanismos administrativos que se deben adoptar para la protección y control de la calidad del aire.

En lo concerniente al proceso de recepción y preparación de la caña, los impactos más significativos están relacionados con la disposición de lodos que tienen como destino el relleno sanitario, las aguas de lavado que son vertidas en la red de alcantarillado público y se percibe que la entrada de vehículos pesados (tractores y tractomulas ) generan gran incomodidad a la comunidad de Chocosito y demás transportadores públicos e informales, lo que a su vez puede convertirse en un riesgo de accidentalidad, además la marmaja, caña pisoteada y demás desechos de postcosecha deterioran el paisaje.

Así mismo, en las actividades de molienda y sulfitación se identificaron las mayores afectaciones al medio ambiente por el consumo excesivo de agua, ya que los molinos la utilizan como refrigerante por lo cual su volumen de uso es constante, es para denotar que el mantenimiento de mangueras, cajas reductoras, racores, piñones entre otros presentan graves deficiencias en su mantenimiento, lo cual hace ineficientes a estos equipos y por tanto el desperdicio de recursos naturales es mayor. Se destaca también, que el agua de escorrentía de estos procesos son vertidos en las acequias mezcladas con grasas y aceites, en el área de molienda se genera arrastre de marmaja y residuos de bagazo lo cual obstruye las rejillas, dificulta las labores de mantenimiento de las trampas de grasa, genera aumentos de caudal y por

ende los trabajadores retiran las rejillas, lo que tiene como consecuencia afectaciones en la caga orgánica a tratar por la planta y daños en las unidades de tratamiento de aguas residuales. Otro de los aspectos importantes es la exposición de los operadores a riesgos mecánicos debido a la falta de algunas guardas de seguridad y señalización adecuada.

En la etapa de elaboración que comprende los procesos de evaporación, clarificación de jugo y meladura, centrifugación y cristalización, siendo uno de los procesos más importantes de la empresa, ya que entrega el producto final a la zona de empaque, se utilizan un destacado número de insumos químicos, lo cual repercute de manera negativa en el medio ambiente ya que estos se mezclan con los vertimientos ordinarios alterando las características fisicoquímicas del agua.

En el área de elaboración de azúcar y mieles en los días de mantenimiento se utilizan grandes cantidades de soda caustica para labores de limpieza, lo cual disminuye dramáticamente el pH; en este proceso la torre de enfriamiento aporta un caudal importante de agua con alto contenido de sacarosa, miel y elevada temperatura, sumado a ello en el recorrido a esta estructura se evidenciaron fugas de agua, tubos de retorno y canales en mal estado, lo cual resta eficiencia a los equipos.

En la zona de tanques de almacenamiento de miel se observan fugas de producto que dejan un rastro que conduce hasta las acequias que van a la planta de tratamiento, esto genera episodios de contaminación que no es estimada ya que no hay registros del volumen vertido, donde se ven afectados los suelos ya que se intoxica la flora y fauna y se producen cambios en las propiedades fisicoquímicas de los mismos.

Por su vez, la cachaza es almacenarla en un terreno a las afueras de la empresa que se encuentra en la vía pública, lo cual genera olores ofensivos y clara afectaciones paisajísticas que derivan en incomodidades a la comunidad, exceso de nutrientes al suelo y migraciones de fauna nativa, además la filtración de líquido contenido en la cachaza contribuye a la contaminación de las aguas subterráneas.

En el área de empaque del producto final los impactos se asocian a la generación de residuos sólidos por empaques defectuosos o en mal estado, los cuales no tiene una zona de demarcación específica. Según información de la empresa, estos son recolectados por un tercero para su disposición final, además de lo anterior la carga laboral en este proceso es muy grande por lo cual existe el riesgo de estrés laboral, aparición de enfermedades asociadas a labores repetitivas y manipulación de cargas pesadas.

El departamento de mantenimiento y taller agrícola generan gran cantidad de residuos peligrosos de los cuales solo se les da disposición adecuada a las llantas, chatarra y parcialmente a los aceites usados, lo que supone que estos están siendo mezclado con los residuos ordinarios, situación que aumenta los niveles de contaminación en el relleno sanitario, como resultado de la ausencia de un plan de manejo. Otro factor a tener en cuenta es la falta de educación ambiental en los trabajadores de estas áreas, ya que los residuos ordinarios son incinerados, con lo cual se contribuye a la generación de material particulado y gases de efecto invernadero.

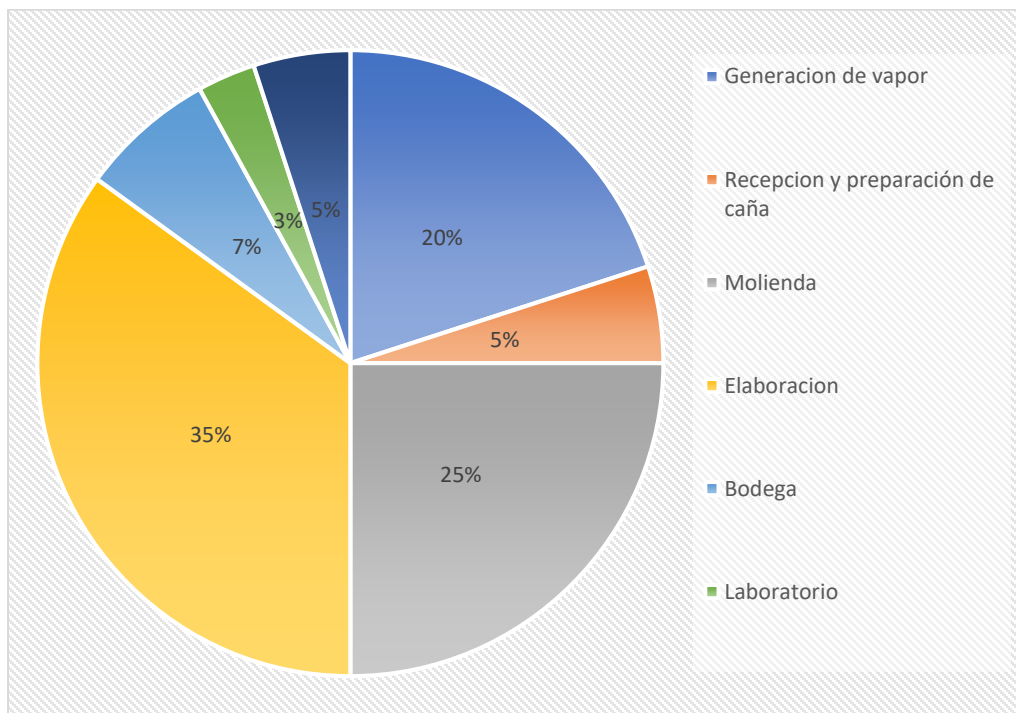
El laboratorio no se encuentra certificado bajo la norma ISO 17025, lo cual no permite garantizar la competencia técnica y la fiabilidad de los resultados analíticos obtenidos. En este se evidencia que las muestras de agua que contienen ácido sulfúrico y meladura son depositadas sin ningún tratamiento a la red de alcantarillado público, lo cual genera afectaciones a los ecosistemas donde se realiza la descarga. Se destaca que no existe un programa de disposición



para los recipientes usados en las pruebas, esto cataloga a esta sección de la empresa como gran generadora de residuos peligrosos y alto potencial de contaminación al medio ambiente.

En términos generales lo evidenciado en el diagnóstico y en las matrices ASPI los procesos que mayores impactos generan son los de molienda y elaboración, en los cuales se encuentran identificados alrededor del 60% de los impactos ambientales ocasionados por el trapiche Lucerna (Ver gráfica 1).

Gráfico 1: Generación de impactos de los procesos del trapiche Lucerna



Fuente: Elaboración propia

## 11.5. Análisis de las características fisicoquímicas del agua vertida por el Trapiche

### Lucerna

En el marco del cumplimiento de las normatividad colombiana en cuanto a tratamiento de aguas Decreto 0631/2015 establece los límites para las cargas contaminantes vertidas por la industria azucarera, sumado a ello la variación del caudal y la complejidad de los insumos químicos utilizados, hace necesario que se realicen caracterizaciones a las aguas residuales con el fin de determinar la composición de las mismas, para con ello analizar la efectividad de las unidades de tratamiento, con el fin de comparar los valores obtenidos con la legislación vigente. El trapiche Lucerna realiza caracterización 2 veces por año y a continuación se observan referentes al año 2018 y 2019.

Tabla 13: Caracterización de los vertimientos del trapiche Lucerna año 2019

Análisis	Salida	Resolución 631 de 2015
Tiempo de integración	08:20-14:20	Contemplados en el artículo 9
DBO5 mg O2/L	325	500
DQO mg O2/L	584	900
Sólidos suspendidos totales mg/L	41	200
Sólidos sedimentales mL/L	<0.1	2.0
Grasas y aceites mg/L	<10.0	20
Temperatura °C	28.3	<40
pH	6.8	5-9
Caudal l/s	4.92	

Fuente: (Trapiche Lucerna, 2019)

Tabla 14: Caracterización de los vertimientos del trapiche Lucerna año 2018

Análisis	Salida	Resolución 631 de 2015
Tiempo de integración	08:20-14:20	Contemplados en el artículo 9
DBO5 mg O2/L	159	500
DQO mg O2/L	390.9	900
Sólidos suspendidos totales mg/L	93.3	200
Sólidos sedimentales mL/L	<0.1	2.0
Grasas y aceites mg/L	<10.0	20
Temperatura °C	29	<40
pH	6.6	5-9
Caudal l/s	5.26	

Fuente: (Trapiche Lucerna,2019)

Según lo evidenciado en las caracterizaciones de los vertimientos para los años 2018 y 2019, se observa una disminución del caudal vertido, sin embargo, se presenta el aumento de parámetros como DBO y DQO, lo cual indica el aumento de la carga orgánica del vertimiento y la presencia de compuestos con capacidad de ser oxidados por vía química y biológica crecieron. Lo anterior se produce por las constantes descargas de masa, mieles, agua caliente, grasas y aceites, que ocasionan que estos parámetros sufran importantes cambios.

Debido a las falencias en el mantenimiento de las unidades de tratamiento, acumulación de lodos residuales y vertimientos de origen químico (soda caustica, ácido sulfúrico e hidrosulfito de sodio) estas pierden eficiencia, por ello se debe considerar el uso de coagulantes o floculantes para mejorar los porcentajes de remoción.

De acuerdo con las tablas 12 y 13 caracterización de los vertimientos del trapiche Lucerna para los años 2018 y 2019 se muestra que la empresa está cumpliendo con la normatividad vigente Decreto 0631/2015.

### 11.6. Lista de chequeo simple de aspectos básicos y normativos de la planta de tratamiento de aguas residuales

Se identificaron sitios en los cuales hay riesgos de derrames de sustancias peligrosas, aumentos de carga orgánica anormal o aumentos súbitos de caudal que puede ocasionar afectaciones graves al funcionamiento normal de la PTAR. De igual forma, considerando la importancia de evaluar los requerimientos normativos a los que está comprometida la empresa, se plantó una lista de chequeo simple en la cual se destacara si cumple, no cumple o parcialmente.

Tabla 15: Lista de chequeo requerimientos básicos para la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales

Empresa: Trapiche Lucerna		Fecha		Versión 001
Elaborado por		Procesos visitados		
Ítem	Pregunta	Cumple	No cumple	Parcialmente
1	Se evidencian señalados los puntos críticos donde hay riesgo de vertimientos		<b>X</b>	
2	Existe un plan de contingencia implementado en caso de derrame de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas			<b>X</b>
3	Hay personal certificado para controlar emergencias en caso de derrame		<b>X</b>	
4	¿El vertimiento de la Planta de Tratamiento de aguas residuales cumple con la normatividad ambiental vigente?	<b>X</b>		
5	Cuentan con permiso para el uso de aguas superficiales o subterráneas	<b>X</b>		

6	La organización cuenta con caracterización de los vertimientos que se producen	X		
7	Coincide el caudal actual y el de diseño		X	
8	¿Existe monitoreo constante del agua residual industrial que entra y sale de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales?			X
10	Identifica los procesos que mayor cantidad de vertimientos genera		X	
11	Hay manuales donde se especifica la operación de la planta de tratamiento	X		
12	Existe un documento donde se especifiquen las rutinas de limpieza del tren de tratamiento			X
13	Existe una matriz de impactos ambientales de la PTAR		X	
14	El operario de la PTAR cuenta con la formación académica pertinente		X	
15	Existe un manual de funciones para la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales		X	
16	¿La empresa cuenta con brigada seguridad?		X	

Fuente: Elaboración propia

Para apoyar lo evidenciado en la lista de chequeo se tomaron registros fotográficos de sitios donde se generan vertimientos continuos con la particularidad de que estos presentan contaminantes como grasas, aceites, soda caustica, mieles y residuos de sacarosa.



Imagen 10. Molinos y salida de cachaza.  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 11. Fugas tanque de meladuras. Fuente:  
Elaboración propia.



Imagen 12. Tanque de ACPM y bomba de rechazo.  
Fuente: Elaboración propia

Lo evidenciado en la lista de chequeo y en el registro fotográfico es la falta de señalización de puntos críticos en los cuales se presentan vertimientos constantes y periódicos, lo que afecta de gran manera el funcionamiento y eficiencia de remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales; además, se observa falta de mantenimiento en la zona de tanques de almacenamiento de meladuras y en las bombas de rechazo que recirculan el agua caliente proveniente de los evaporadores, lo cual genera pérdidas económicas, afectaciones al suelo y contaminación de agua. Los constantes derrames de bagazo mezclado con grasas, aceites y filtros contaminados aumentan la generación de residuos peligrosos.

En la empresa hay maquinaria que presenta fugas constantes y el trapiche Lucerna no cuenta con las medidas de contención adecuada para tal fin, esto podría ocasionar emergencias o graves afectaciones al medio ambiente en caso de presentarse derrames iguales o superiores a 55 galones.

Del mismo modo, no se observa la presencia de kit para contención de derrames, tampoco extintores en puntos donde se almacenan hidrocarburos o productos químicos susceptibles a generar incendios, de igual forma no evidencia la existencia de planes generales para el manejo de emergencias, la empresa no cuenta con personal certificado en el manejo de extintores o brigada de seguridad.



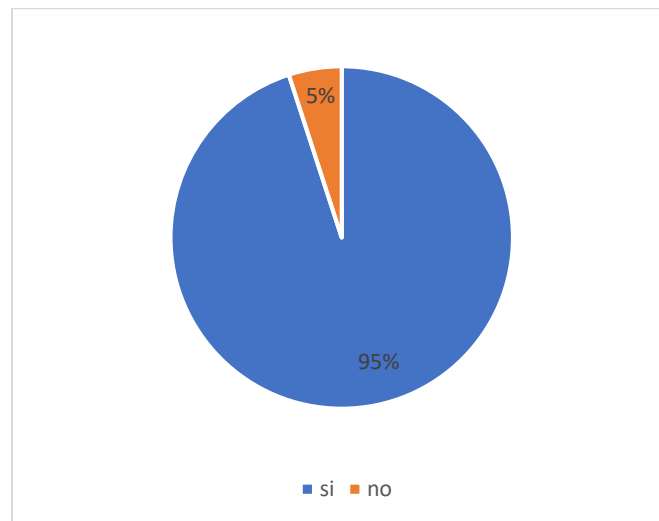
## **11.7. Evaluación del conocimiento al personal del trapiche Lucerna sobre tratamiento de aguas residuales**

Con el fin de evaluar el grado de conocimiento sobre conceptos básicos de tratamiento de aguas residuales, operación de la PTAR, residuos peligrosos y entes de control, se realizaron encuestas a trabajadores de diferentes áreas, lo anterior se realizó con el fin de relacionar la información recolectada en las actividades de campo con la suministrada por el departamento de gestión ambiental.

### **11.7.1. Encuesta a trabajadores del Trapiche Lucerna**

De acuerdo con la encuesta realizada a 20 trabajadores de la empresa (Anexo 1), se analizaron las respuestas dadas por estos, para con ello evaluar los conocimientos básicos sobre vertimientos, a continuación, se exponen las respuestas dadas. El formato de la encuesta puede ser observado en el Anexo 1.

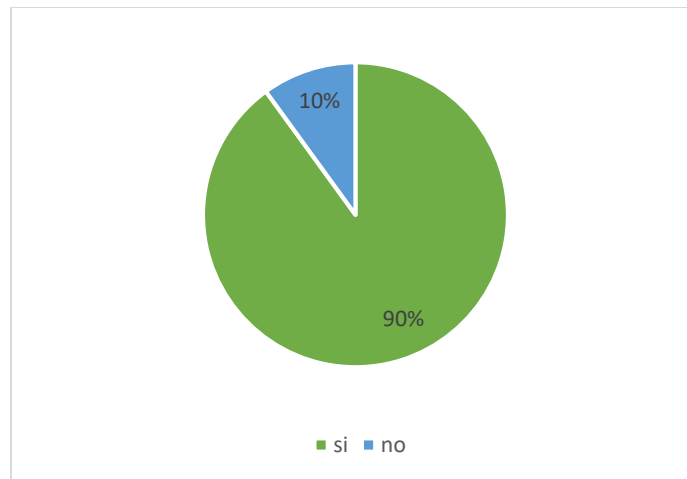
Gráfico 2: Resultado encuesta pregunta 1



Los resultados arrojados a la pregunta “Sabe usted que es una planta de tratamiento de aguas residuales”, como se refleja en el grafico 1, que el 95% de los trabajadores saben que es

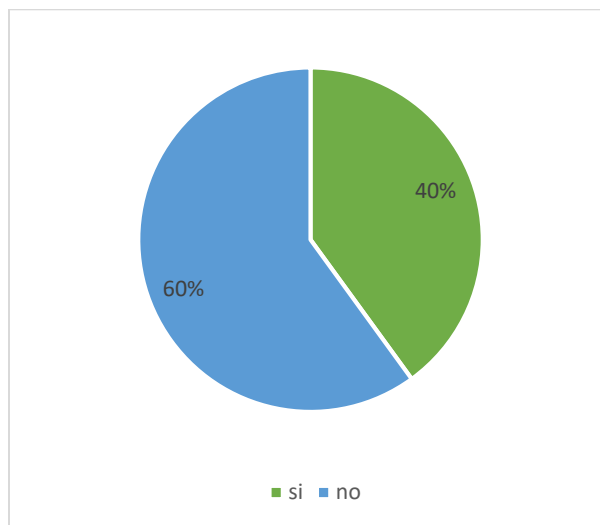
una planta de tratamiento de aguas residuales lo que refleja que recibieron capacitación o investigaron al respecto.

Gráfico 3: Resultados encuesta pregunta 2



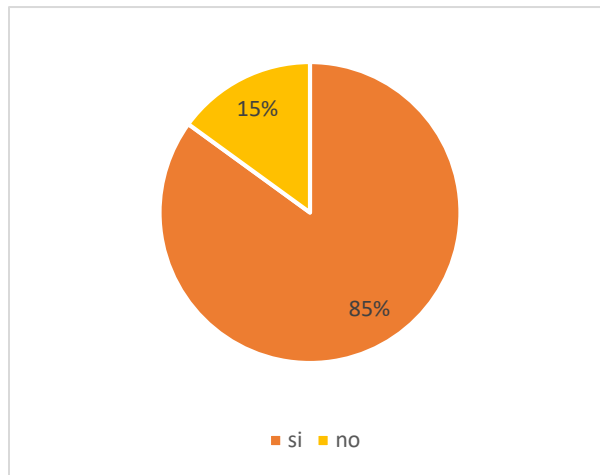
Con relación a la existencia de una PTAR en la empresa y su ubicación, el grafico 2 indica que el 90% trabajadores conocen donde está situada y solo un 10% lo desconoce.

Gráfico 4 Resultado encuesta pregunta 3



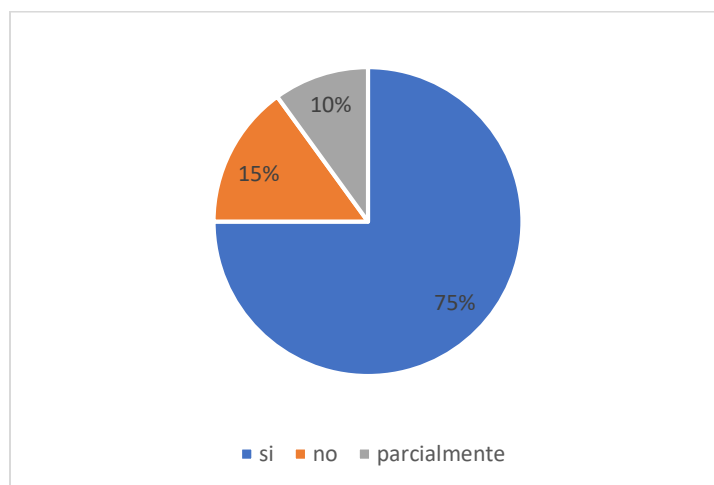
En la gráfica 3, se estableció que el 60% de los trabajadores no saben que es un vertimiento, lo cual indica que se deben mejorar las capacitaciones sobre aspectos básicos en el tratamiento de aguas residuales.

Gráfico 5: Resultado encuesta pregunta 4



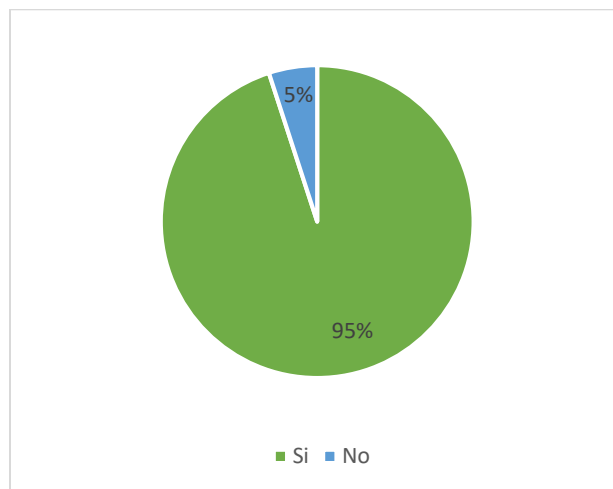
A la pregunta “Identifican a que rio o afluente va los vertimientos generados por la empresa”, el resultado genera gran preocupación, como muestra la gráfica 4. debido a que el 85% de los trabajadores pertenecen a Chocosito o zonas aledañas y no conocen a que rio van sus vertimientos.

Gráfico 6: Resultado encuesta pregunta 5



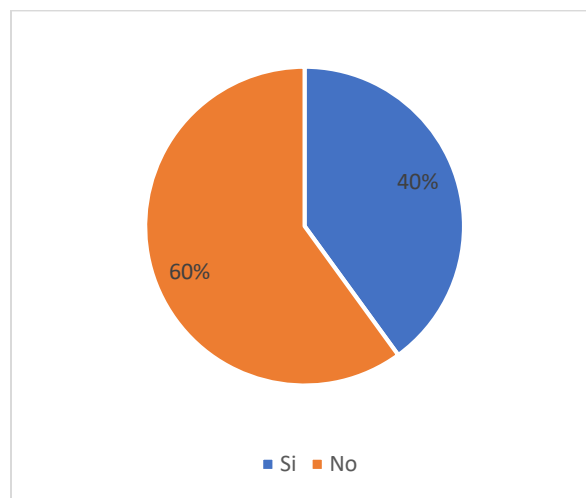
En cuanto a la generación de residuos peligrosos, la empresa no cuenta con un plan de gestión integral para tal fin, sin embargo, el 75% de los trabajadores reconoce que maneja residuos líquidos con esas características, por lo tanto, son conscientes que cualquier tipo de derrame de estas sustancias tiene como destino la PTAR.

Gráfico 7: Resultado encuesta pregunta 6



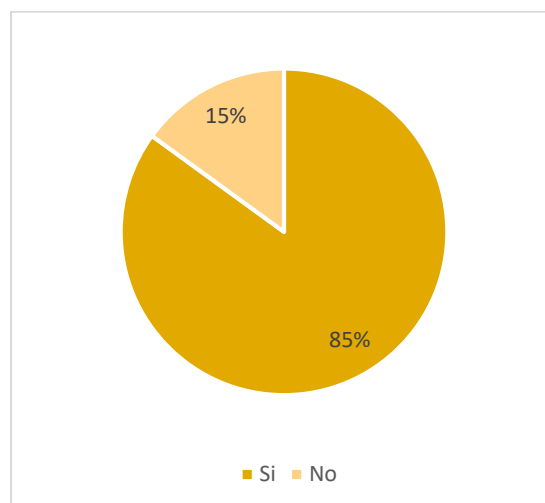
En consideración a lo referente a si los trabajadores han recibido alguna capacitación sobre la operación básica de la PTAR, se evidencia en la gráfica 6 que el 95% no conocen su funcionamiento y tampoco han recibido formación al respecto, lo cual es de gran preocupación ya que reconocen su existencia, pero no saben cómo funciona y como inciden en su adecuada operación.

Gráfico 8: Resultado encuesta pregunta 7



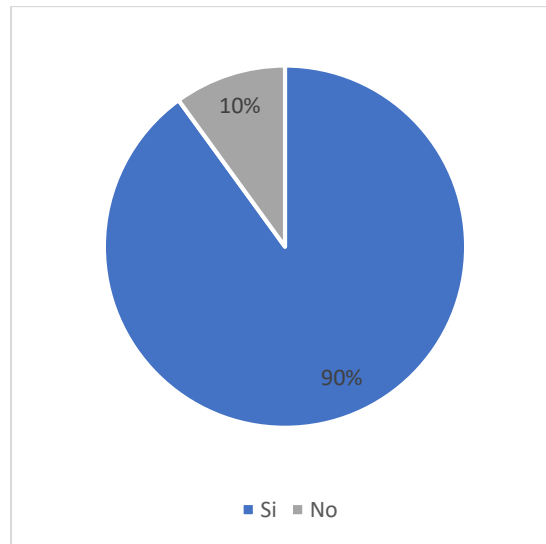
Se puede apreciar en la gráfica 7 que el 60% de los trabajadores de la empresa desconocen los beneficios que aporta la planta de tratamiento al corregimiento de Chocosito, esto ocurre por falta de capacitación, campañas de sensibilización y mayor compromiso con la responsabilidad ambiental, a su vez es necesario fortalecer los conocimientos básicos en cuanto a contaminación del agua se refiere.

Gráfico 9: Resultado encuesta pregunta 8



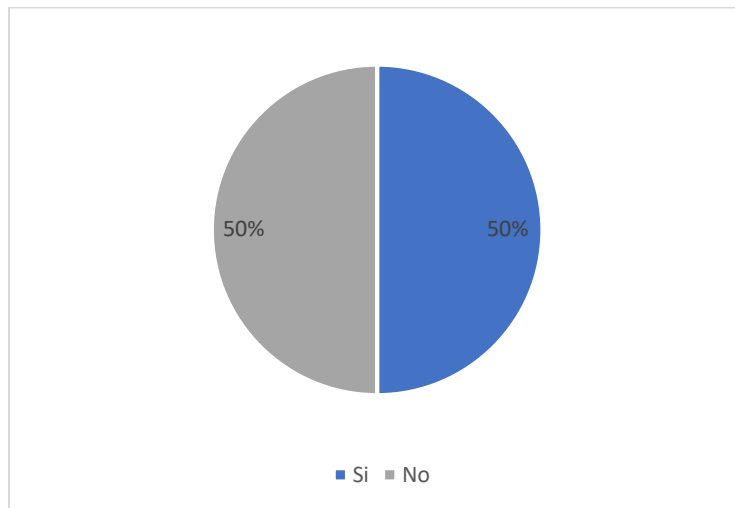
A la pregunta si saben quién o quiénes son los encargados de la operación de la planta de tratamiento se puede apreciar en la gráfica 8 que el 85% de los encuestados afirman conocer a la persona que realiza las actividades de operación y mantenimiento a la PTAR, los restantes afirman que no están atentos a quien lo hace.

Gráfico 10: Resultado encuesta pregunta 9



De la mayoría de los encuestados, como indica la gráfica 9, solo el 10% tienen conocimiento de la entidad encargada de vigilar que la PTAR esté funcionando, el excedente afirma que es producto de la falta de información por parte del área encargada de difundir la información y la poca capacitación al respecto.

Gráfico 11: Resultado encuesta pregunta 10



Finalmente, al interrogante “Si los trabajadores conocen la existencia de un departamento en temas ambientales”, como se destaca en el grafica 10, las opiniones están divididas (50%-50%), esto denota la ausencia en promoción de la empresa temas ambientales

#### **11.7.2. Entrevista al operario de la PTAR**

En la entrevista realizada al operario de la planta de tratamiento, dio a conocer las actividades que realiza para la adecuada operación de la PTAR, afirma que desempeña labores de mantenimiento general, limpieza de acequias, intervención a las trampas grasas y se encuentra atento de cualquier anomalía en la planta de tratamiento de aguas. Afirma que en ocasiones es enviado a funciones ajenas a su puesto tales como: podar césped, fumigación de cultivos de caña y abono de terrenos para el cultivo de caña.

A continuación, se describen las actividades realizadas por el operario entrevistado, cabe resaltar que afirma no contar con un manual de funciones, por tanto, solo se mencionaron las que ejecuta con mayor frecuencia.

- Recolección de muestras de agua

- Encalado de agua
- Limpieza de buchón de agua
- Desnatado
- Toma de datos (pH, temperatura de entrada y salida)
- Mantenimiento general Poda, canales de la red de alcantarillado y despejar vías de acceso)
- Labores de aseo general
- Intervención a las trampas de grasa
- Limpieza de acequias
- Disposición de lodos

Al realizar indagación de conceptos básicos se pudo evidenciar falencias en conceptos teóricos y normativos, sin embargo, es para destacar que el operario cuenta con experiencia en la operación de plantas de tratamiento de manera empírica.



## 12. Evaluación ambiental de la PTAR del Trapiche Lucerna

Tabla 16: Matriz de Leopold de la PTAR del Trapiche Lucerna

Acciones del proyecto			Tratamiento preliminar			Tratamiento primario 1	Actividades de Mantenimiento		Tratamiento primario 2					Síntesis			
			Limpieza de rejillas	Entrada de agua caliente	Residuos de bagazo	Recepción de compuestos químicos y meladuras	Desechos de Grasas y aceites	Remoción de sólidos sedimentales	Presencia del buchón de agua	Lodos residuales	Aireación mecánica	Estabilización de lodos	Entrega efecto cascada	Número de interacciones		Sumatoria	
Factores ambientales														+	-	+	-
<b>Biótico</b>	Agua	Contaminación del recurso hídrico	+2/4	-5/7	-2/4	-8/7	-7/7	+7/8	-6/7		+5/6	+7/8	+8/9	5	5	29/26	28/28
		Intoxicación de ecosistemas acuáticos	+3/5	-7/8	-5/7	-6/5		+7/8				+3/6		3	3	13/19	18/20
		Alteración de las condiciones organolépticas				-5/5		+4/5				+2/7		2	1	6/12	5/5
		Mejoramiento en la calidad del recurso		-5/6				+4/7	-5/8	3/4	+6/4	+4/7	+5/6	5	2	19/24	10/14
		Contaminación térmica		-4/6										0	1	0/0	4/6

		Proliferación de algas y especies invasoras		-2/4		-6/7	3/4		-8/9		+4/5	6/5		2	3	4/5	10/13
	Suelo	Ocupación de zonas fértiles			-3/6		-4/6	+2/5		-3/5				1	3	2/5	12/17
		Contaminación por la generación de residuos sólidos y peligrosos	-4/6		-6/8		-2/4	+7/9		-6/7		-1/4	-4/5	1	6	7/9	19/29
		Perdidas de cobertura vegetal				-2/5	-4/7	+4/6						1	2	4/6	6/12
	Aire	Emisión de olores ofensivos							-3/6	-6/8	+3/5	+4/7		2	2	7/12	9/14
		Emisión de gases contaminantes							-3/7	-2/5		+2/6		1	2	2/6	5/12
Abiótico	Fauna	Pérdida de biodiversidad		-4/5		-5/7			-8/7					0	3	0/0	17/19
		Aparición de especies indicadoras							-9/7	-4/7				0	2	0/0	13/14
	Flora	Perdida de cobertura vegetal					-6/8	-5/6						0	2	0/0	11/14
		Perdida de paisaje							-6/7	-7/8				0	2	0/0	13/15
Socioeconómico	Economía	Mejora en la calidad de los habitantes de Chocosito	+9/9							+5/7		-2/6	+8/9	3	1	13/16	2/6
		Generación de empleo	+8/8							+7/7				2	0	15/15	0/0

	Territorio	Afectaciones al caudal				-8/8							+5/7	1	1	8/8	5/7
		Uso recreativo		-1/4		-5/6							+4/7	1	2	4/7	6/10
	conceptos básicos de contaminación hídrica	Capacitaciones sobre aguas residuales	-8/8	-7/7	5/4	-6/6	4/6						-9/9	4	2	0/0	30/30
	NÚMERO		+											33			
			-												44		

Fuente: Elaboración propia

### **12.1. Análisis de la matriz de Leopold**

De acuerdo con el análisis realizado en la matriz de Leopold, se evidencia que las interacciones más relevantes se encuentran en la contaminación del recurso hídrico debido al ingreso de sustancias químicas, meladuras, agua caliente, grasa y aceites entre otras, lo cual le adiciona mayor carga contaminante a los vertimientos que deben ser tratados por la PTAR. Además, en el recorrido realizado por las instalaciones de la empresa se evidencian fugas de masa cocida y semilla, las cuales están compuestas por miel y cristales de azúcar, estas alteran el pH del agua. Conjuntamente, en las labores de mantenimiento se vierten grandes cantidades de agua + soda caustica a la PTAR, lo que aumenta el caudal y los contaminantes de tipo químico a ser tratados.

Cabe considerar, que producto de la generación de lodos residuales, derrames de sacarosa y mieles, se aumenta la carga orgánica de los vertimientos, lo cual favorece la propagación de especies indicadoras, para el caso de estudio es la proliferación de buchón de agua el cual disminuye dramáticamente el oxígeno disuelto debido a que obstruye la entrada de los rayos del sol al agua, lo que trae consigo la percepción de olores ofensivos.

Otro aspecto a destacar, es que la limpieza de las rejillas y trampas de grasa aporta gran cantidad de residuos sólidos aproximadamente 4 toneladas cada mes , adicionalmente dado que algunos dispositivos son artesanales (rejillas) el personal operativo no le realiza la limpieza de manera adecuada, asimismo en las trampas de grasas reciben contaminantes de gran tamaño como bagazo, marmaja y residuos ordinarios ( trapos, recipientes plásticos, filtros, entre otros) esto disminuye su eficiencia y dificulta su mantenimiento.

Se puede señalar que mediante revisión documental se evidencio que en la última limpieza a las trampas de grasa se produjeron 4.5 toneladas de residuos tales como: lodos,

residuos ordinarios y bagazo, debido a su disposición final (relleno sanitario y lote de la empresa) esto genera contaminación a los suelos puesto que disminuye su capa vegetativa.

Los vertimientos de ácidos (sulfúrico, hidrosulfito de sodio y soda caustica) ocasionan detrimento de los ecosistemas acuáticos ya que los intoxican y extinguen debido a la alteración del pH, disminución del oxígeno disuelto y variaciones en la temperatura, además de lo anterior la aparición de especies indicadoras o invasoras producen alteraciones a la fauna y la flora autóctona de la zona donde está ubicada la planta de tratamiento de aguas residuales.

La disposición de residuos peligrosos se convierte en una problemática importante ya que la empresa no cuenta con un plan de gestión integral para su disposición final, esto produce afectaciones al aire por la generación de olores ofensivos, perdida de fertilidad en los suelos, episodios graves de contaminación en el relleno sanitario y alteraciones en los parámetros fisicoquímicos del agua.

Cabe resaltar el mejoramiento de la calidad de los vertimientos generados por la empresa debido a que hasta el año 2015 solo se contaba para el tratamiento de aguas residuales con trampas de grasas, lo cual no les permitía cumplir con la normatividad vigente, por tanto la construcción de las unidades de tratamiento (piscina de sedimentación, lagunas de aireación y estabilización ) representó un gran avance para mejorar calidad del agua del río desbaratado, evidentemente las caracterización semestrales y los monitoreos diarios permiten llevar control de algunos parámetros fisicoquímicos exigidos por el decreto 0631 de 2015 (pH y temperatura).

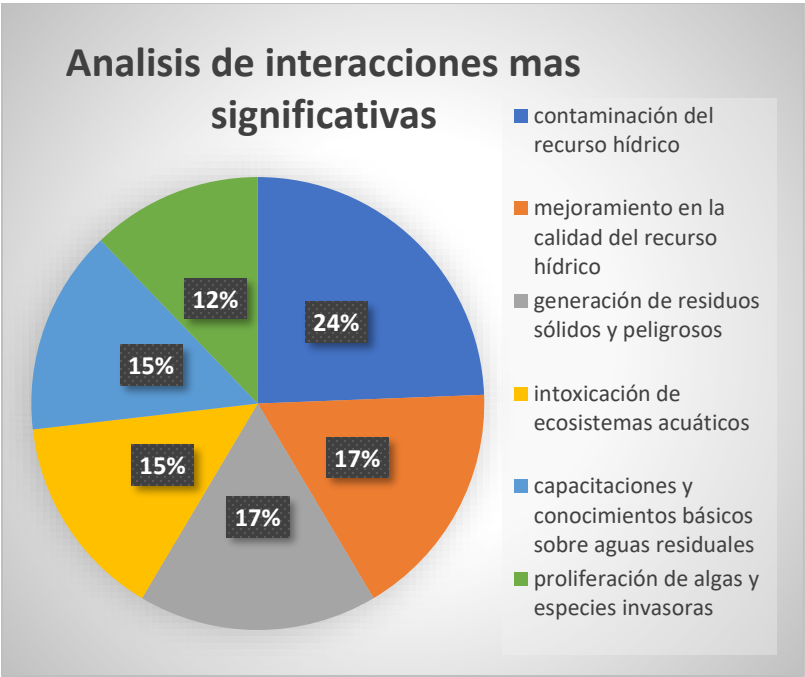
Para finalizar la construcción y puesta en marcha de la obra aportó en la generación de empleo de manera directa e indirecta, lo que trajo consigo estabilidad laboral y mejora en la calidad de vida de los habitantes de la zona de influencia; en cuanto a la utilización del río para

fines recreativos es limitada ya que debido a que la turbidez y olor de la descarga no son los adecuados para utilizarlo para actividades de esparcimiento.

## **12.2. Análisis interacciones más significativos**

Los resultados de la evaluación ambiental mediante la metodología de matriz de Leopold arrojaron los puntajes de las acciones que tienen mayor relevancia en las actividades de tratamiento preliminar, primario y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, se identificaron 33 interacciones positivas y 44 negativas, de las cuales, 36 son consideradas como las más importantes según la evaluación ambiental realizada. Considerando los resultados de la evaluación ambiental se contemplaron 6 acciones que generan el mayor número de interacciones al medio ambiente y a la comunidad del área de influencia, definiendo que las actividades con mayor impacto en su orden son: contaminación del recurso hídrico 24 % con 10 interacciones, 5 positivas y 5 negativas, mejoramiento en la calidad del recurso hídrico 17.% con 7 interacciones con 5 positivas y 2 negativas, generación de residuos sólidos y peligrosos 17 % con 7 interacciones 1 positiva y 6 negativas, intoxicación de ecosistemas acuáticos 15% con 6 interacciones con 3 positivas y 3 negativas, capacitaciones y conocimientos básicos sobre aguas residuales 15% con 6 interacciones, con 4 negativas y 2 positivas, proliferación de algas y especies invasoras 12% con 2 positivas y 3 negativas.

Gráfico 12: Análisis de las interacciones más significativas



Fuente: Elaboración propia

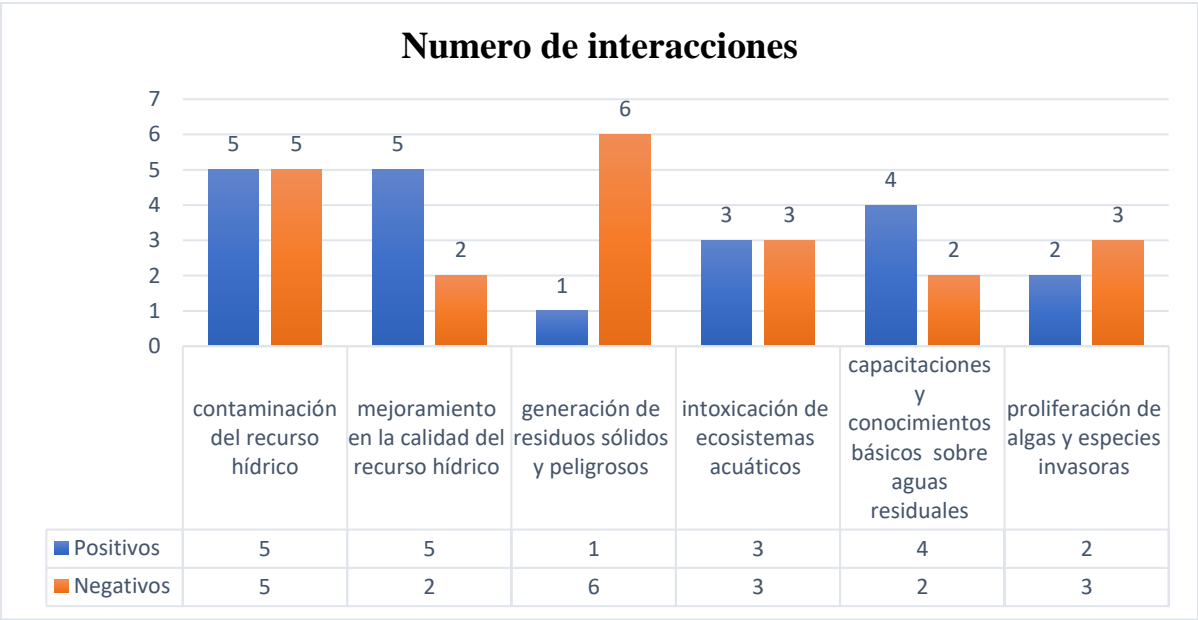


Figura 3 La figura refleja el número de interacciones identificada en la matriz de Leopold.  
Fuente: Elaboración propia

### **13. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

Con el fin de mitigar y atenuar los impactos ambientales generados por la operación y mantenimiento de la PTAR del trapiche Lucerna, a su vez con base a los resultados de la matriz de Leopold se formularon los programas de manejo ambiental, donde se establecieron las medidas para prevenir, mitigar, compensar y controlar los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados por las actividades ya mencionadas. Por lo anterior, las medidas planteadas permitirán promover el cuidado del medio ambiente, mejorar la eficiencia en el consumo de recursos naturales y además de ello apropiarse de los conceptos de educación ambiental.

#### **13.1. Objetivo de PMA**

Plantear programas y medidas para el manejo de los impactos socio – ambientales causados sobre los elementos de los medios biótico, abiótico y socio económico producto de la operación y mantenimiento de la PTAR del Trapiche Lucerna.

#### **13.2. Alcance del PMA**

El plan de manejo ambiental será formulado para que se ejecute en toda la organización debido a que todos los procesos tienen injerencia en los vertimientos que se generan en la PTAR, cabe resaltar que serán priorizados aquellos que representan mayor riesgo para el medio ambiente.

#### **13.3. Propuesta para el PMA**

A partir de la evaluación ambiental, lista de chequeo y registro fotográfico se proponen alternativas encaminadas al control, mitigación, compensación y minimización de los impactos generados durante la operación de la Planta de tratamiento del Trapiche Lucerna.



Los programas propuestos contemplaron procedimientos para las actividades que representan mayor cantidad de impactos al medio ambiente, cabe resaltar que todas estas se enfocaron en los aspectos ambientales e impactos ambientales generados por la PTAR. Las afectaciones más relevantes tales como el manejo de residuos peligrosos, puntos críticos donde se generan la mayor cantidad de vertimientos, fugas de grasas y aceites, planes de contingencia, rutinas de limpieza y mantenimiento entre otros.

#### 13.4. Programas del plan de manejo ambiental

El Plan de manejo ambiental (PMA) consta de 11 fichas diseñadas con la finalidad de prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por la operación y fallencias en el control de vertimientos del trapiche Lucerna.

Tabla 17: Conformación del Plan de Manejo Ambiental

Actividad	Programa	Código
Operativas	Estandarización de rutinas de limpieza del tren de tratamiento	PMA-BIO-01
Mantenimiento	Identificación de puntos críticos donde se generan vertimientos	PMA -BIO-02
	Plan de contingencia para derrames de sustancias químicas e hidrocarburos	PMA-ABIO-01
Operativa y mantenimiento	Rutinas de limpieza e instalación de rejillas	PMA-ABIO-02
Mantenimiento	Limpieza de acequias	PMA-BIO-03
Operativa	Manual de funciones del personal que labora en la planta de tratamiento de aguas residuales	PMA-BIO-04
	Estandarización en la toma de muestras de agua usada para la medición de los parámetros establecidos por la empresa	PMA-BIO-05

	Programa para la gestión de residuos peligrosos	PMA-ABIO-04
	Seguimiento y control	
Socioeconómico	Educación ambiental	PMA-SOCIOE-01
	Campana de reforestación con la comunidad de Chocosito	PMA-SOCIOE-02

Fuente: Elaboración propia

## Ficha 1: Estandarización de las Rutinas de limpieza a las unidades de tratamiento

Estandarización de las Rutinas de limpieza a las unidades de tratamiento	1
1. OBJETIVOS	
<ul style="list-style-type: none"><li>Determinar el plazo máximo para realizar la limpieza de las trampas de grasas, con el fin de maximizar su eficiencia</li><li>Cuantificar el volumen de los residuos sólidos generados en cada limpieza</li><li>Establecer rutinas de mantenimiento para retirar el exceso de buchón de agua y desnatado de la piscina de sedimentación y laguna de estabilización</li></ul>	
2. JUSTIFICACIÓN Y/O ALCANCE	
Durante la operación de la planta de tratamiento del trapiche Lucerna se producen se producen diversos efectos sobre el medio ambiente como la generación de residuos sólidos, vertimientos con gran carga orgánica, olores ofensivos y depuración del agua que es vertida al río desbaratado, por ello es necesario realizar el mantenimiento adecuado para que su eficiencia de remoción se mantenga, se disminuya la acumulación de marmaja y especies indicadoras de contaminación del agua, para con ello se garantice el cumplimiento de los parámetros físicoquímicos del agua exigidos por la normatividad vigente	
3. METAS	4. INDICADORES
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Establecer los pasos para realizar la limpieza de las trampas de grasa.</li><li>✓ Determinar la tasa de crecimiento del buchón de agua</li><li>✓ Cuantificar el volumen de residuos extraído del sistema</li><li>✓ Calcular el porcentaje de remoción de la planta de tratamiento</li></ul>	$\frac{\text{Numero de mantenimientos programados}}{\text{Numero de mantenimientos realizados}}$
5. ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	6. IMPACTOS CONSIDERADOS
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Funcionamiento de las trampas de grasa</li><li>✓ Buchón de agua presente en la piscina de sedimentación y laguna</li><li>✓ Ingreso constante de agua caliente</li><li>✓ Derrames de mieles y aguas con alto contenido de sacarosa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Generación de un volumen importante de residuos sólidos</li><li>✓ Pérdida del oxígeno disuelto</li><li>✓ Disminución en la eficiencia de remoción de la planta de tratamiento</li><li>✓ Alteración de parámetros como el pH, temperatura, dureza, DBO y DQO entre otros</li></ul>
7. TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR	

Control	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación
x	X			
8. ACCIONES A DESARROLLAR				
<div><div>✓</div> Documentar el procedimiento de limpieza de las unidades de tratamiento</div> <div><div>✓</div> Estandarizar las actividades de limpieza</div> <div><div>✓</div> Establecer la tasa de crecimiento del buchón de agua, para programar de manera efectiva el retiro cuando se evidencie exceso de esta planta invasora</div> <div><div>✓</div> Cuantificar el peso de los residuos generados en las limpiezas y generar mecanismos para su disminución según sea el caso</div> <div><div>✓</div> Implementar rutinas de inspección periódica para evidenciar si existe problemas en la operación normal de la planta</div> <div><div>✓</div> Entregas de informes de gestión</div>				
9. ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN				
PRE – OPERATIVA	OPERATIVA	Mantenimiento		
	X	X		
10. LUGAR DE EJECUCIÓN				
<div><div>✓</div> Unidades de tratamiento de la PTAR</div> <div><div>✓</div> Entorno de la planta de tratamiento</div>				
11. REGISTRO DE CUMPLIMIENTO				
<div><div>✓</div> Registro fotográfico</div> <div><div>✓</div> Registros documentales de las actividades realizadas</div> <div><div>✓</div> Formatos de hallazgos o novedades</div> <div><div>✓</div> Informes de gestión</div>				
12. SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
<div><div>✓</div> El seguimiento y monitoreo de este programa estará a cargo del departamento de gestión ambiental</div> <div><div>✓</div> La evidencia del seguimiento quedará registrada en los informes de inspección e indicadores de gestión</div>				
13. RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN				
<div><div>✓</div> Ingeniera Sara Ledesma</div> <div><div>✓</div> Operario de la PTAR</div>				

<b>Cronograma para la estandarización de las Rutinas de limpieza a las unidades de tratamiento</b>				
<b>MESES</b>				
<b>Actividades</b>	1	2	3	4

Documentar el procedimiento de limpieza de las unidades de tratamiento				
Estandarizar las actividades de limpieza				
Establecer la tasa de crecimiento del buchón de agua, para programar de manera efectiva el retiro cuando se evidencie exceso de esta planta invasora				
Cuantificar el peso de los residuos generados en las limpiezas y generar mecanismos para su disminución según sea el caso				
Implementar rutinas de inspección periódica para evidenciar si existe problemas en la operación normal de la planta				
Entrega de informe de gestión mensual				

Ficha 2: Identificación de puntos críticos que generan vertimientos constantes e intermitentes

<b>Identificación de puntos críticos que generan vertimientos constantes e intermitentes</b>	<div style="background-color: #4F7942; color: white; text-align: center; font-size: 2em; width: 100px; height: 100px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div>	
<b>1. OBJETIVOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una lista de chequeo donde se valore la frecuencia de los vertimientos</li> <li>• Identificar los procesos críticos donde las fugas sean constantes y estén generando pérdidas</li> <li>• Establecer las características de los derrames y generar planes de acción para su contención</li> <li>• Determinar cómo estas fugas afectan a la planta de tratamiento de aguas residuales</li> </ul>		
<b>2. JUSTIFICACIÓN Y/O ALCANCE</b>		
<p>En planta de producción del trapiche Lucerna se presentan continuos derrames los cuales tiene como características su gran contenido de grasas, aceite, mieles, semilla, masa entre otros contaminantes, esto ocasiona aumento en la carga orgánica de la planta de tratamiento, desperdicio de exagerado de agua y producto terminado que podría ser vendido o utilizado como subproducto. Por lo anterior es necesario identificar los puntos o focos donde se están generando la mayor cantidad de vertimientos, su frecuencia, volumen y como afecta la operación de la planta y los indicadores de pérdida de la empresa</p>		
<b>3. METAS</b>	<b>4. INDICADORES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diseñar una lista de chequeo que permita reconocer los puntos donde hallar mayor número de fugas.</li> <li>✓ Implementar herramientas de control visual para resaltar los puntos encontrados</li> <li>✓ Proponer planes de acción para mitigar los impactos generados</li> <li>✓ Evaluar las afectaciones ocasionadas a la PTAR</li> </ul>	<p><b><i>Puntos identificados para uso de herramientas visuales</i></b></p> <p><b><i>Numero total de puntos encontrados</i></b></p> <p><b><i>Numero de planes ejecutados</i></b></p> <p><b><i>Numero de planes propuestos</i></b></p>	
<b>5. ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO</b>	<b>6. IMPACTOS CONSIDERADOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tanque de centrifugas</li> <li>✓ Almacenamiento de mieles</li> <li>✓ Agua de condensados de la caldera</li> <li>✓ Refrigeración de molinos</li> <li>✓ Operación del tanque de jugos filtrados</li> <li>✓ Fuga de masa tercera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Derrames de masa y semilla</li> <li>✓ Generación de residuos peligrosos</li> <li>✓ Aumento en el consumo de agua</li> <li>✓ Disminución del pH</li> </ul>	
<b>7. TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR</b>		

Control	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación	
x	X	x			
<b>8. ACCIONES A DESARROLLAR</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaboración de la lista de chequeo</li> <li>✓ Selección de las herramientas de control visual a utilizar</li> <li>✓ Identificar los puntos que están generando la mayor cantidad de vertimientos</li> <li>✓ Determinar la afectación que sufre la PTAR</li> <li>✓ Diseñar el plan de acción pertinente</li> </ul>					
<b>9. ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN</b>					
<b>PRE – OPERATIVA</b>		<b>OPERATIVA</b>	<b>Mantenimiento</b>		
		X			
<b>10. LUGAR DE EJECUCIÓN</b>					
✓ Planta de producción del trapiche Lucerna					
<b>11. REGISTRO DE CUMPLIMIENTO</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registro fotográfico</li> <li>✓ Registros documentales de las actividades realizadas</li> <li>✓ Formatos de hallazgos o novedades</li> <li>✓ Informes de gestión</li> </ul>					
<b>12. SEGUIMIENTO Y MONITOREO</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El seguimiento y monitoreo de este programa estará a cargo del departamento de gestión ambiental</li> <li>✓ La evidencia del seguimiento quedará registrada en los informes de inspección e indicadores de gestión</li> <li>✓ Ruta de calidad</li> </ul>					
<b>13. RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN</b>					
✓ Ingeniera Sara Ledesma					

Cronograma Identificación de puntos críticos que generan vertimientos constantes e intermitentes					
MESES					
Actividades	1	2	3	4	5
Elaboración de la lista de chequeo					

Selección de las herramientas de control visual a utilizar					
Identificar los puntos que están generando la mayor cantidad de vertimientos					
Determinar la afectación que sufre la PTAR					
Diseñar el plan de acción pertinente					



Ficha 3: Plan de contingencia para derrames de sustancias químicas e hidrocarburos

Plan de contingencia para derrames de sustancias químicas e hidrocarburos		3	
1. OBJETIVO			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantizar el adecuado tratamiento y control de posibles derrames de sustancias químicas e hidrocarburos para con ello disminuir los impactos potenciales que se puedan generar al medio ambiente, la operación normal de la PTAR y a la salud de los trabajadores del trapiche Lucerna, además de ello para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente</li> </ul>			
2. JUSTIFICACIÓN Y/O ALCANCE			
Este procedimiento cubre todas las áreas de la empresa donde se almacenan y manipulan sustancias líquidas o gaseosas catalogadas como peligrosas y que son propensas a generar graves afectaciones al medio ambiente y contaminar grandes volúmenes de agua			
3. METAS		4. INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaborar matriz de compatibilidad química</li> <li>✓ Implementar mecanismos de contención</li> <li>✓ Capacitación a trabajadores en control de derrames</li> <li>✓ Establecer un plan de emergencia general en caso de derrames u otras condiciones de riesgo para el medio ambiente</li> </ul>		<p><i>Mecanismos de contención requeridos</i></p> <p><i>Numero de mecanismos de contención instalados</i></p> <p><i>Número de trabajadores proyectados para ser capacitados</i></p> <p><i>Numero de trabajadores que recibieron capacitación</i></p>	
5. ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO		6. IMPACTOS CONSIDERADOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tanque de almacenamiento de ACPM</li> <li>✓ Actividades de lubricación de maquinaria</li> <li>✓ Almacenamiento de miel final</li> <li>✓ Falta de sistemas de contención</li> <li>✓ Aguas provenientes del proceso de elaboración</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Derrame de hidrocarburos</li> <li>✓ Contaminación con residuos peligrosos</li> <li>✓ Vertimiento de masa 3, semilla y agua con trazas de sacarosa</li> <li>✓ Contaminación del suelo</li> </ul>	
7. TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR			

<b>Control</b>	<b>Prevención</b>	<b>Mitigación</b>	<b>Corrección</b>	<b>Compensación</b>	
	X				
<b>8. ACCIONES A DESARROLLAR</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaborar la matriz de compatibilidad química</li> <li>✓ Identificar los tipos de insumos que podrían generar emergencias</li> <li>✓ Reconocer los tipos de derrames</li> <li>✓ Determinar los mecanismos de contención adecuado con el fin de recuperar o controlar posibles derrames de sustancias potencialmente peligrosas</li> <li>✓ Identificación de las zonas de riesgo</li> <li>✓ Establecer las acciones de emergencia antes y durante la emergencia</li> <li>✓ Implementación de simulacros y capacitaciones</li> </ul>					
<b>9. ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN</b>					
<b>PRE – OPERATIVA</b>		<b>OPERATIVA</b>		<b>MANTENIMIENTO</b>	
X		X			
<b>10. LUGAR DE EJECUCIÓN</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planta de producción del trapiche Lucerna</li> <li>✓ Coordinador SYSO</li> </ul>					
<b>11. REGISTRO DE CUMPLIMIENTO</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registro fotográfico</li> <li>✓ Registros documentales de las actividades realizadas</li> <li>✓ Formatos de hallazgos o novedades</li> <li>✓ Informes de gestión</li> </ul>					
<b>12. SEGUIMIENTO Y MONITOREO</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El seguimiento y monitoreo de este programa estará a cargo del departamento de gestión ambiental y SYSO</li> <li>✓ La evidencia del seguimiento quedará registrada en formatos normalizados</li> </ul>					
<b>13. RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ingeniera Sara Ledesma</li> <li>✓ Catherine Morales</li> </ul>					

Cronograma plan de contingencia para derrames de sustancias químicas e hidrocarburos					
MESES					
Actividades	1	2	3	4	5
Identificar los tipos de insumos que podrían generar emergencias					

Reconocer los tipos de derrames					
Determinar los mecanismos de contención adecuado con el fin de recuperar o controlar posibles derrames de sustancias potencialmente peligrosas					
Identificación de las zonas de riesgo					
Establecer las acciones de emergencia antes y durante la emergencia					
Implementación de simulacros y capacitaciones					

#### Ficha 4: Rutinas de limpieza e instalación de rejillas

Rutinas de limpieza e instalación de rejillas		4
2. OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer la frecuencia recomendable para realizar la limpieza a las rejillas existentes</li><li>• Identificar sitios del proceso donde es necesario ubicar rejillas</li><li>• Cuantificar la cantidad de residuos acumulados en estos dispositivos para implementar medidas de reducción o control de los mismos</li></ul>		
2. JUSTIFICACIÓN Y/O ALCANCE		
Esta actividad va encaminada es identificar sitios en los cuales se generan residuos de bagazo, marmaja u ordinarios, esto con la finalidad de evitar averías o daños en las unidades de tratamiento.		
3. METAS	4. INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Diseñar las rejillas adecuadas para cada proceso</li><li>✓ Disminuir la cantidad de residuos acumulados en estos dispositivos</li><li>✓ Determinar las rutinas diarias de limpieza</li><li>✓ Capacitación</li></ul>	$\frac{\text{Numero de rejillas a instalar}}{\text{Numeros de rejillas instaladas}} * 100$ $\frac{\text{Numero de limpiezas proyectadas por semana}}{\text{Numero de limpiezas realizadas}}$	
5. ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	6. IMPACTOS CONSIDERADOS	
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Molienda de caña y preparación de caña</li><li>✓ Producción de marmaja y bagazo</li><li>✓ Generación de cachaza, aguas de lavado y residuos sólidos en el proceso de elaboración</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Fallas en las unidades de tratamiento</li><li>✓ Aumento de la carga orgánica en la PTAR</li><li>✓ Contaminacion del suelo por la generación de residuos sólidos</li></ul>	
7. TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		

<b>Control</b>	<b>Prevención</b>	<b>Mitigación</b>	<b>Corrección</b>	<b>Compensación</b>	
	<b>X</b>	<b>X</b>			
<b>8. ACCIONES A DESARROLLAR</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ubicar sitios donde sea necesario instalar rejillas</li> <li>✓ Diseñar las rejillas adecuadas para el tipo de residuo</li> <li>✓ Elaborar las rutinas de limpieza para estos dispositivos</li> <li>✓ Cuantificar los residuos generados</li> <li>✓ Implementar listas de chequeo para determinar el avance del proyecto</li> <li>✓ Capacitaciones para concientizar al personal operativo de la importancia de las rejillas</li> </ul>					
<b>9. ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN</b>					
<b>PRE – OPERATIVA</b>	<b>OPERATIVA</b>		<b>MANTENIMIENTO</b>		
	<b>X</b>		<b>X</b>		
<b>10. LUGAR DE EJECUCIÓN</b>					
✓ Planta de producción del trapiche Lucerna					
<b>11. REGISTRO DE CUMPLIMIENTO</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registros documentales de las actividades realizadas</li> <li>✓ Formatos de hallazgos o novedades</li> <li>✓ Informes mensuales</li> </ul>					
<b>12. SEGUIMIENTO Y MONITOREO</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El seguimiento y monitoreo de este programa estará a cargo del departamento de gestión ambiental, producción y area de mantenimiento</li> <li>✓ Las evidencias del seguimiento quedarán registradas en formatos normalizados</li> </ul>					
<b>13. RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ingeniera Sara Ledesma</li> <li>✓ Catherine Morales</li> <li>✓ Jefe de mantenimiento</li> <li>✓ Operarios de los procesos identificados</li> </ul>					

<b>Cronograma plan de contingencia para derrames de sustancias químicas e hidrocarburos</b>					
<b>MESES</b>					
<b>Actividades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

Ubicar sitios donde sea necesario instalar rejillas					
Diseñar las rejillas adecuadas para el tipo de residuo					
Elaborar las rutinas de limpieza para limpieza de estos dispositivos					
Cuantificar los residuos generados					
Implementar listas de chequeo para determinar el avance del proyecto					
Capacitaciones para concientizar al personal operativo de la importancia de las rejillas					

## Ficha 5: Limpieza de acequias

Limpieza de acequias		5
3. OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las acequias existentes y clasificarlas por su uso</li> <li>Determinar los procesos que mayor cantidad de residuos genera</li> <li>Proponer las rutinas de limpieza adecuada para que las acequias estén en buenas condiciones</li> </ul>		
2. JUSTIFICACIÓN Y/O ALCANCE		
<p>Las acequias o canales de aguas son ampliamente utilizadas en las industrias ya que conducen los vertimientos a la planta de tratamiento o a la red de alcantarillado, por ello es necesario realizar rutinas de mantenimiento y limpieza con el de evitar reboses, fugas u olores ofensivos; en este sentido la limpieza de las acequias se convierte en una manera de garantizar el buen funcionamiento de la PTAR ya que evita colapsos o inundaciones en la planta de producción</p>		
3. METAS	4. INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cuantificar la cantidad de residuos extraídos de las acequias y relacionarlo por proceso</li> <li>✓ Establecer un día a la semana para la limpieza</li> <li>✓ Implementar formatos normalizados para documentar las acciones realizadas</li> <li>✓ Determinar las rutinas de limpieza y mantenimiento</li> </ul>	$\frac{\text{Mantenimientos proyectado}}{\text{mantenimientos realizados}} * 100$ $\frac{\text{Numero de limpiezas y mto establecidos al mes}}{\text{Numero de mantenimiento y limpiezas realizadas}} * 100$	
5. ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	6. IMPACTOS CONSIDERADOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Molienda de caña</li> <li>✓ Aguas de lavado</li> <li>✓ Operación de la bagacera</li> <li>✓ Derrames de masa 3ra y semilla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Colapso en la planta de tratamiento</li> <li>✓ Aumento de la carga orgánica en la PTAR</li> <li>✓ Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos</li> <li>✓ Afectaciones en la red de alcantarillado</li> </ul>	
7. TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		

Control	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación
	X			
8. ACCIONES A DESARROLLAR				
<div>✓ Identificar los procesos en los cuales se acumula mayor cantidad de residuos</div> <div>✓ Cuantificación de los residuos generados, para realizar seguimiento y monitoreo</div> <div>✓ Elaborar rutinas de limpieza y mantenimiento a las tapas</div> <div>✓ Analizar los posibles daños que le podrían ocasionar a la red publica</div> <div>✓ Seguimiento y monitoreo diario</div>				
9. ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN				
PRE – OPERATIVA	OPERATIVA		MANTENIMIENTO	
	X		X	
10. LUGAR DE EJECUCIÓN				
<div>✓ Planta de producción del trapiche Lucerna</div> <div>✓ Alrededores de la PTAR</div>				
11. REGISTRO DE CUMPLIMIENTO				
<div>✓ Formatos normalizados</div> <div>✓ Formatos de hallazgos o novedades</div> <div>✓ Informes mensuales</div>				
12. SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
<div>✓ El seguimiento y monitoreo de este programa estará a cargo del operario de la PTAR</div> <div>✓ El monitoreo será realizado a diario</div>				
13. RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN				
<div>✓ Ingeniera Sara Ledesma</div> <div>✓ Operarios de los procesos identificados</div>				

<b>Cronograma limpieza de acequias</b>					
<b>MESES</b>					
<b>Actividades</b>	1	2	3	4	5
Identificar los procesos en los cuales se acumula mayor cantidad de residuos					
Cuantificación de los residuos generados, para realizar seguimiento y monitoreo					



Elaborar rutinas de limpieza y mantenimiento a las tapas					
Analizar los posibles daños que le podrían ocasionar a la red publica					
Identificar los procesos en los cuales se acumula mayor cantidad de residuos					
Seguimiento y monitoreo diario					

Ficha 6: Elaboración del manual de funciones del personal que labora en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Manual de funciones del personal que labora en la planta de tratamiento de aguas residuales		6
4. OBJETIVO		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y observar las labores que debe realizar el operario de la PTAR</li> <li>Documentar las funciones que realiza el operario de la planta de tratamiento con el fin de mejorar su eficiencia</li> </ul>		
2. JUSTIFICACIÓN Y/O ALCANCE		
Para que cualquier proceso sea eficiente es necesario estandarizar las funciones, es este sentido la planta de tratamiento necesita especificar las labores a realizar por el personal que en ella trabaja, por ello se plantea la elaboración de un manual de funciones en cual estén detalladas las actividades que permitan el adecuado funcionamiento de la PTAR		
3. METAS	4. INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Enumerar de manera clara las funciones que debe desarrollar el operario de la PTAR</li> <li>✓ Elaborar registros fotográficos y documentales de las actividades identificadas</li> <li>✓ Realizar seguimiento y control al operario de la planta de tratamiento, para determinar si las funciones pueden ser realizadas en el turno de trabajo</li> <li>✓ Implementar reportes de producción</li> <li>✓ Documento final</li> </ul>	$\frac{\text{Actividades planteadas que ejecute el operario}}{\text{Numero realizadas realizadas}} * 100$	
5. ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	6. IMPACTOS CONSIDERADOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Labores de limpieza y mantenimiento</li> <li>✓ Lodos residuales</li> <li>✓ Residuos ordinarios extraídos de las de acequias y alrededores de la planta de tratamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos</li> <li>✓ Colapso de las trampas de grasa</li> <li>✓ Escorrentía de grasas y aceites sin previo tratamiento</li> </ul>	
7. TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		

<b>Control</b>	<b>Prevención</b>	<b>Mitigación</b>	<b>Corrección</b>	<b>Compensación</b>
			<b>X</b>	
<b>8. ACCIONES A DESARROLLAR</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Capacitación al personal que trabaja en la PTAR sobre conceptos básicos de sistemas de tratamiento de aguas residuales (personal directo con la empresa o contratista)</li> <li>✓ Enumerar las labores principales que realiza o debería realizar el personal que labora en la planta de tratamiento para que esta opere de manera adecuada.</li> <li>✓ Realizar registros fotográficos y documentales de las actividades que se enumeraron para que sirvan de insumo para el manual de funciones</li> <li>✓ Seguimiento y control a las labores identificadas para con ello establecer las medidas pertinentes</li> <li>✓ Diseñar reportes de producción que permitan observar de manera escrita las labores diarias realizadas por el operario encargado del adecuado funcionamiento de la planta de tratamiento</li> <li>✓ Seguimiento y monitoreo diario</li> <li>✓ Entrega del manual de funciones al gerente de planta para su aprobación y a su vez la socialización al para su ejecución</li> </ul>				
<b>9. ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN</b>				
<b>PRE – OPERATIVA</b>	<b>OPERATIVA</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>		
	<b>X</b>	<b>X</b>		
<b>10. LUGAR DE EJECUCIÓN</b>				
✓ Planta de tratamiento de aguas residuales				
<b>11. REGISTRO DE CUMPLIMIENTO</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Manual de funciones</li> <li>✓ Reporte de producción</li> <li>✓ Informes de seguimiento y control</li> </ul>				
<b>12. SEGUIMIENTO Y MONITOREO</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El seguimiento y monitoreo de este programa estará a cargo de la Ingeniera Sara Ledesma</li> <li>✓ El monitoreo será realizado a diario mediante reportes de producción</li> </ul>				
<b>13. RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ingeniera Sara Ledesma</li> <li>✓ Operario de la planta de tratamiento</li> </ul>				

<b>Cronograma limpieza de acequias</b>					
<b>MESES</b>					
<b>Actividades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Capacitación al personal que trabaja en la PTAR sobre conceptos básicos de sistemas de tratamiento de aguas residuales (personal directo con la empresa o contratista)					
Enumerar las labores principales que realiza o debería realizar el personal que labora en la planta de tratamiento para que esta opere de manera adecuada.					
Realizar registros fotográficos y documentales de las actividades que se enumeraron para que sirvan de insumo para el manual de funciones					
Seguimiento y control a las labores identificadas para con ello establecer las medidas pertinentes					
Diseñar reportes de producción que permitan observar de manera escrita las labores diarias realizadas por el operario encargado del adecuado funcionamiento de la planta de tratamiento					
Seguimiento y monitoreo diario					
Entrega del manual de funciones al gerente de planta para su aprobación y a su vez la socialización al para su ejecución					

Ficha 7: Estandarización en la toma de muestras de agua usada para la medición de los parámetros establecidos por la empresa.

<b>Estandarización en la toma de muestras de agua usada para la medición de los parámetros establecidos por la empresa</b>	<b>7</b>
<b>5. OBJETIVO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer los horarios más adecuados para la toma de muestras</li> <li>• Recolectar las muestras de agua y documentar los resultados obtenidos</li> </ul>	
<b>2. JUSTIFICACIÓN Y/O ALCANCE</b>	
Con el fin de identificar la efectividad de las unidades tratamiento es necesario medir los parámetros que indican que la calidad del agua es óptima o existe la presencia de contaminantes que la deterioran, además de ello es de suma	

importancia la toma de muestras ya que permite que las mediciones resultantes sean confiables, por lo anterior estandarizar este procedimiento permite que se tomen las medidas pertinentes bien sea correctivas y preventivas para mejorar la calidad de los vertimientos que son arrojados al río Desbaratado; Cabe resaltar que la empresa no tiene laboratorio sin embargo pueden medir parámetros como el pH, temperatura, caudal, olor y color

3. METAS		4. INDICADORES		
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Establecer horarios para toma de muestra</li><li>✓ Capacitación al encargado de recolectar estas muestras</li><li>✓ Describir la importancia de los parámetros que puede medir la empresa</li><li>✓ Seguimiento y control a los parámetros</li><li>✓ Plan de acción según sea la calidad del agua evidenciada</li></ul>		<div><i>Cantidad de muestras programadas a realizar al mes</i></div> <div><i>Numero muestras tomadas al mes</i></div> <div>* 100</div>		
5. ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO		6. IMPACTOS CONSIDERADOS		
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Funcionamiento de la planta mantenimiento</li><li>✓ Presencia de especies indicadoras</li><li>✓ Vertimientos con alta carga orgánica</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Alteración de los parámetros fisicoquímicos del agua</li><li>✓ Disminución del oxígeno disuelto del agua</li></ul>		
7. TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR				
Control	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación
	X		X	
8. ACCIONES A DESARROLLAR				
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Estandarizar la recolección de muestras y los horarios para la toma de las mismas</li><li>✓ Capacitación al personal que trabaja en la PTAR sobre la importancia de los parámetros establecidos por la empresa</li><li>✓ Implementar formatos normalizados para documentar las mediciones realizadas</li><li>✓ Proponer un plan de acción en caso que los parámetros afecten de manera negativa la calidad del agua</li></ul>				

9. ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN		
PRE – OPERATIVA	OPERATIVA	MANTENIMIENTO
	X	
10. LUGAR DE EJECUCIÓN		
✓ Planta de tratamiento de aguas residuales		
11. REGISTRO DE CUMPLIMIENTO		
✓ Formatos normalizados		
✓ Informes mensuales de seguimiento y control		
12. SEGUIMIENTO Y MONITOREO		
✓ El seguimiento y monitoreo de este programa estará a cargo de la Ingeniera Sara Ledesma		
✓ El monitoreo será realizado a diario al inicio y final de la jornada de trabajo		
13. RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN		
✓ Ingeniera Sara Ledesma		
✓ Operario de la PTAR		

Cronograma estandarización en la toma de muestras de agua usada para la medición de los parámetros establecidos por la empresa					
MESES					
Actividades	1	2	3	4	5
Estandarizar la recolección de muestras y los horarios para la toma de las mismas					
Capacitación al personal que trabaja en la PTAR sobre la importancia de los parámetros establecidos por la empresa					
Implementar formatos normalizados para documentar las mediciones realizadas					
Proponer un plan de acción en caso que los parámetros afecten de manera negativa la calidad del agua					

Ficha 8: Programa para el manejo de residuos peligrosos

Programa para el manejo de residuos peligrosos		8
1.OBJETIVO		
<ul style="list-style-type: none"><li>Ejecutar un plan para promover la recolección, el manejo y disposición de los residuos peligrosos generados empresa</li></ul>		
2. JUSTIFICACIÓN Y/O ALCANCE		
La industria azucarera utiliza diversas sustancias en su proceso productivo las cuales son susceptibles de generar grandes afectaciones al medio ambiente, por tanto, es de suma relevancia promover el manejo integral de los residuos peligrosos, para disponerlos de manera adecuada con el fin de minimizar el impacto que estos puedan causar a los ecosistemas del área de influencia de la planta de tratamiento.		
3. METAS	4. INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Cuantificar la cantidad de residuos peligrosos generados</li><li>✓ Realizar un listado de las sustancias catalogadas como peligrosas</li><li>✓ Promover una cultura de responsabilidad ambiental en los trabajadores de la empresa</li><li>✓ Construcción de un centro de acopio para RESPEL (residuos peligrosos).</li><li>✓ Capacitar a todo el personal involucrado en el manejo de residuos peligrosos</li></ul>	$\frac{N^{\circ}Capacitaciones\ proyectadas}{Numero\ capacitaciones\ realizadas} * 100$ $\frac{N^{\circ}\ Sustancias\ catalogadas\ en\ almacen}{N^{\circ}\ de\ sustancias\ identificadas} * 100$	
5. ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	6. IMPACTOS CONSIDERADOS	
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Actividades de limpieza y mantenimiento.</li><li>✓ Sustancias generadas en labores realizadas talleres mecánicos, eléctrico y agrícola</li><li>✓ Fugas de grasas, aceites.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Alteración de los parámetros fisicoquímicos del agua</li><li>✓ Disminución del oxígeno disuelto del agua</li><li>✓ Contaminacion del suelo por la generación de residuos peligrosos.</li><li>✓ Contaminacion del aire por uso de aerosoles</li><li>✓ Pérdida de la capa vegetativa del suelo</li></ul>	
7. TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		

<b>Control</b>	<b>Prevención</b>	<b>Mitigación</b>	<b>Corrección</b>	<b>Compensación</b>
	<b>X</b>			<b>X</b>
<b>8. ACCIONES A DESARROLLAR</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar matriz de compatibilidad química, con el fin de identificar las características de los insumos químicos usados por el trapiche Lucerna</li> <li>✓ Listado maestro de las sustancias que mayor poder contaminante representan al medio ambiente</li> <li>✓ Pesaje o cuantificación de los residuos peligrosos generados por la empresa</li> <li>✓ Construcción de un centro de acopio para RESPEL (residuos peligrosos).</li> <li>✓ Disponer de suficientes canecas o recipientes para disposición de los residuos peligrosos</li> <li>✓ Implementar jornadas de capacitación al personal involucrado en el manejo de residuos peligrosos</li> <li>✓ Establecer las bases mínimas para en el corto plazo establecer la gestión integral de residuos peligrosos</li> </ul>				
<b>9. ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN</b>				
<b>PRE – OPERATIVA</b>	<b>OPERATIVA</b>		<b>MANTENIMIENTO</b>	
<b>X</b>	<b>X</b>			
<b>10. LUGAR DE EJECUCIÓN</b>				
✓ Planta de producción del trapiche Lucerna				
<b>11. REGISTRO DE CUMPLIMIENTO</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formatos normalizados</li> <li>✓ Informes mensuales de seguimiento y control</li> <li>✓ Matriz de compatibilidad química</li> <li>✓ Listas de capacitación</li> </ul>				
<b>12. SEGUIMIENTO Y MONITOREO</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El seguimiento y control de este programa estará a cargo de la Ingeniera Sara Ledesma y Catherine Morales</li> <li>✓ El monitoreo será realizado de manera semanal, para determinar la aceptación y cumplimiento del programa</li> </ul>				
<b>13. RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ingeniera Sara Ledesma</li> <li>✓ Departamento de Seguridad y salud en el trabajo</li> </ul>				



Cronograma para el programa de manejo de residuos peligrosos					
MESES					
Actividades	1	2	3	4	5
Realizar matriz de compatibilidad química, con el fin de identificar las características de los insumos químicos usados por el trapiche Lucerna					
Listado maestro de las sustancias que mayor poder contaminante representan al medio ambiente					
Pesaje o cuantificación de los residuos peligrosos generados por la empresa					
Construcción de un centro de acopio para RESPEL (residuos peligrosos).					
Disponer de suficientes canecas o recipientes para disposición de los residuos peligrosos					
Implementar jornadas de capacitación al personal involucrado en el manejo de residuos peligrosos					
Establecer las bases mínimas para en el corto plazo establecer la gestión integral de residuos peligrosos					

#### Ficha 9: Educación ambiental a los trabajadores

Educación ambiental a los trabajadores		9
1.OBJETIVO		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Informar y capacitar al personal vinculado directa e indirectamente con la empresa, sobre conceptos básicos de educación ambiental</li> </ul>		
2. JUSTIFICACIÓN Y/O ALCANCE		
Este programa va dirigido a todo el personal que labora en el trapiche Lucerna, con el fin generar conciencia ambiental, conocimiento ecológico, actitudes y valores que promuevan el cuidado del medio ambiente.		
3. METAS	4. INDICADORES	

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Promover la educación ambiental como mecanismo para la preservación del medio ambiente</li> <li>✓ Capacitar al mayor número de trabajadores</li> <li>✓ Conversatorios trimestrales de temas ambientales</li> </ul>	$\frac{N^{\circ} \text{Capacitaciones proyectadas}}{\text{Numero capacitaciones realizadas}} * 100$			
<b>5. ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO</b>		<b>6. IMPACTOS CONSIDERADOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Actividades diarias.</li> <li>✓ Proceso de elaboración de azúcar y miel</li> <li>✓ Actividades de mantenimiento.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contaminación del agua</li> <li>✓ Contaminación del suelo</li> <li>✓ Contaminación del aire</li> <li>✓ Afectaciones a la comunidad</li> </ul>		
<b>7. TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR</b>				
Control	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación
	X			
<b>8. ACCIONES A DESARROLLAR</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Actividades de promoción de la educación ambiental</li> <li>✓ Capacitación al personal que ingrese a laborar a la empresa</li> <li>✓ Campaña integral de educación ambiental</li> <li>✓ Conversatorios en temas ambientales</li> <li>✓ Seguimiento y control al programa</li> </ul>				
<b>9. ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN</b>				
PRE – OPERATIVA	OPERATIVA		MANTENIMIENTO	
X	X		X	
<b>10. LUGAR DE EJECUCIÓN</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planta de producción del trapiche Lucerna</li> </ul>				

11. REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Informes mensuales de seguimiento y control</li> <li>✓ Listas de capacitación</li> <li>✓ Indicadores de gestión</li> </ul>
12. SEGUIMIENTO Y MONITOREO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El seguimiento y control de este programa estará a cargo de la Ingeniera Sara Ledesma, Asesor contratado, jefes de area y la alta dirección</li> <li>✓ El monitoreo será realizado de manera trimestral</li> </ul>
13. RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ingeniera Sara Ledesma</li> <li>✓ Asesor externo contratado</li> <li>✓ Jefes de area</li> </ul>

Cronograma educación ambiental a los trabajadores					
MESES					
Actividades	1	2	3	4	5
Actividades de promoción de la educación ambiental					
Capacitación al personal que ingrese a laborar a la empresa					
Campaña integral de educación ambiental					
Conversatorios en temas ambientales					
Seguimiento y control al programa					

Ficha 10: Campaña de reforestación con la comunidad de Chocosito.

Campaña de reforestación con la comunidad de Chocosito		10
<b>1.OBJETIVOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperar la capa vegetativa de las áreas que sufren afectaciones por la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales</li> <li>• Promover la restauración vegetal en las laderas del rio desbaratado acompañados de la comunidad de Chocosito</li> </ul>		
<b>2. JUSTIFICACIÓN Y/O ALCANCE</b>		
<p>En la fase de operación de cualquier proyecto se generan alteraciones a los ecosistemas que están en su area de influencia, por lo tanto, es necesario implementar medidas que los minimicen, en el caso de las plantas de tratamiento los impactos ocasionados al suelo, agua, aire y a la comunidad son positivos y negativos.</p> <p>En el caso de los suelos estos sufren graves afectación ya que sobre este es sobre el cual se ejecuta la obra, por ello la remoción de vegetación, erosión, pérdida de fertilidad y alteraciones paisajísticas son comunes en este tipo de proyectos. Por lo anterior promocionar la revegetación o reforestación en áreas afectadas permite a las empresas involucrar a las comunidades en la generación de soluciones a los problemas causados al medio ambiente, además promueve el desarrollo sostenible ya que las actividades productivas pueden ser ejecutadas preservando los recursos naturales.</p>		
<b>3. METAS</b>	<b>4. INDICADORES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Promover en la comunidad la importancia de sembrar arboles</li> <li>✓ Promocionar el compromiso social y ambiental de la empresa</li> <li>✓ Plantar árboles autóctonos de la zona en la ladera del rio desbaratado</li> <li>✓ Generar un plan de revegetación para los alrededores de la planta de tratamiento de aguas residuales del trapiche Lucerna</li> </ul>	$\frac{N^{\circ}Capacitaciones\ proyectadas}{Numero\ capacitaciones\ realizadas} * 100$ $\frac{N^{\circ}de\ zonas\ designadas\ apra\ plantar\ arboles}{Numero\ de\ zonas\ intervenidas} * 100$	
<b>5. ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO</b>	<b>6. IMPACTOS CONSIDERADOS</b>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Labores de mantenimiento de la planta de tratamiento.</li> <li>✓ Operación de la PTAR</li> <li>✓ Generación de residuos sólidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Erosión del suelo</li> <li>✓ Pérdida de la capa vegetativa</li> <li>✓ Vulnerabilidad ante inundaciones</li> <li>✓ Pérdida de la flora autóctona de la zona</li> </ul>			
7. TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR				
Control	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación
		X		X
8. ACCIONES A DESARROLLAR				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reuniones con la comunidad de Chocosito para exponer las implicaciones que tiene la reforestación en la preservación del medio ambiente y en la disminución a ser vulnerables ante inundaciones</li> <li>✓ Recorridos de campo para determinar las zonas a intervenir</li> <li>✓ Inventario de los tipos de árboles encontrados en el área</li> <li>✓ Escoger el tipo de árboles a plantar</li> <li>✓ Acercamientos a la comunidad para que se escojan voluntarios encargados de las labores de siembra, cabe resaltar que estarán acompañados de alguien experto en el tema</li> <li>✓ Abono de la tierra para la siembra</li> <li>✓ Plantar los árboles por el método de siembra superficial la cual consiste en distribución las semillas sobre la superficie del suelo en forma irregular.</li> <li>✓ Generar un plan de revegetación para los alrededores de la planta de tratamiento de aguas residuales del trapiche Lucerna</li> <li>✓ Seguimiento y control al programa</li> </ul>				
9. ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN				
PRE – OPERATIVA	OPERATIVA		MANTENIMIENTO	
X	X		X	
10. LUGAR DE EJECUCIÓN				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planta de producción del trapiche Lucerna</li> <li>✓ Comunidad de Chocosito</li> <li>✓ Laderas del río desbaratado</li> </ul>				
11. REGISTRO DE CUMPLIMIENTO				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registros fotográficos</li> <li>✓ Listados de asistencia</li> <li>✓ Indicadores</li> </ul>				

12. SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
✓	El seguimiento y control de este programa estará a cargo del departamento de gestión ambiental y la alta dirección
✓	El monitoreo será realizado de manera semestral
13. RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
✓	Ingeniera Sara Ledesma
✓	Alta dirección

Cronograma para campañas de reforestación con la comunidad de Chocosito					
MESES					
Actividades	1	2	3	4	5
Reuniones con la comunidad de Chocosito para exponer las implicaciones que tiene la reforestación en la preservación del medio ambiente y en la disminución a ser vulnerables ante inundaciones					
Recorridos de campo para determinar las zonas a intervenir					
Inventario de los tipos de árboles encontrados en el area					
Escoger el tipo de árboles a plantar					
Acercamientos a la comunidad para que se escojan voluntarios encargados de las labores de siembra, cabe resaltar que estarán acompañados de alguien experto en el tema					
Abono de la tierra para la siembra					
Plantar los árboles por el método de siembra superficial la cual consiste en distribución las semillas sobre la superficie del suelo en forma irregular.					
Generar un plan de revegetación para los alrededores de la planta de tratamiento de aguas residuales del trapiche Lucerna					
Seguimiento y control al programa					

Ficha 11: Programa de seguimiento y monitoreo.

Programa de seguimiento y monitoreo			11	
1.OBJETIVO				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar seguimiento y control a las fichas propuestas en el PMA</li> </ul>				
2. JUSTIFICACIÓN Y/O ALCANCE				
Para que el plan de manejo ambiental sea efectivo es necesario realizar seguimientos de manera general para con ello determinar si se están cumpliendo o es necesario ajustarlas medidas propuestas				
3. METAS		4. INDICADORES		
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evaluar los índices de cumplimiento de las fichas de manejo propuestas</li> <li>✓ Determinar el compromiso de la alta dirección con las medidas formuladas</li> </ul>		$\frac{N^{\circ} \text{ Planes propuestos}}{\text{Numero de planes jecutados}} * 100$		
5. ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO		6. IMPACTOS CONSIDERADOS		
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ejecución de las fichas de manejo</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mejora en la calidad del agua del rio desbaratado</li> <li>✓ Cuantificación de los residuos generados</li> <li>✓ Rutinas de limpieza</li> <li>✓ Planes de emergencia</li> <li>✓ Mejora en la calidad del aire</li> </ul>		
7. TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR				
Control	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación

<b>X</b>				
<b>8. ACCIONES A DESARROLLAR</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evaluación y revisión de indicadores</li> <li>✓ Inspecciones visuales para observar el avance de las medidas propuestas</li> <li>✓ Reuniones periódicas de la alta dirección y demás responsables</li> <li>✓ Publicación de los resultados o avances de cada ficha de manejo ambiental formulada</li> </ul>				
<b>9. ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN</b>				
<b>PRE – OPERATIVA</b>	<b>OPERATIVA</b>		<b>MANTENIMIENTO</b>	
	<b>X</b>			
<b>10. LUGAR DE EJECUCIÓN</b>				
✓ Planta de producción del trapiche Lucerna				
<b>11. REGISTRO DE CUMPLIMIENTO</b>				
✓ Indicadores de gestión				
<b>12. SEGUIMIENTO Y MONITOREO</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Alta dirección</li> <li>✓ Departamento de gestión ambiental</li> </ul>				
<b>13. RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ingeniera Sara Ledesma</li> <li>✓ Alta dirección</li> </ul>				



Cronograma del programa de seguimiento y monitoreo						
MESES						
Actividades	1	2	3	4	5	6
Evaluación y revisión de indicadores						
Inspecciones visuales para observar el avance de las medidas propuestas						
Reuniones periódicas de la alta dirección y demás responsables						
Publicación de los resultados o avances de cada ficha de manejo ambiental formulada						

## **14. DISCUSIÓN GENERAL**

Una vez realizado el diagnóstico y la evaluación ambiental en la planta de tratamiento de aguas residuales del trapiche Lucerna, se evidencian los impactos negativos generados y existen muchas acciones que hacen parte de esta problemática tales como: la constantes fugas de agua, ingreso de agua caliente a las trampas de grasa, inadecuada disposición de residuos peligrosos, falencias en las rutinas de limpieza en las rejillas, derrames de grasas y aceites y la falta de promoción en temas ambientales. Al realizar observaciones de manera directa se pudo observar falencias en el mantenimiento de la maquinaria (molinos, tanques de almacenamiento, bombas de rechazo y caldera) lo cual incide directamente en los vertimientos de sustancias peligrosas que deben ser tratadas por la planta de tratamiento de aguas residuales.

En las áreas de molinos y molienda no existen registros de las limpiezas realizadas a las rejillas, las cuales retienen los residuos de marmaja y bagazo, esto conlleva a que se genere gran acumulación y estos sean arrastrados a las unidades de tratamiento de la PTAR provocando daños y aumento en la producción de lodos residuales.

Un aspecto preocupante es la zona de tanques de almacenamiento de mieles debido a los constantes derrames de producto, lo cual genera un rastro contaminante de material con alto contenido de sacarosa que van directo a la planta de tratamiento sin que exista algún mecanismo de contención, esto genera alteraciones en las propiedades fisicoquímicas del vertimiento a tratar, lo que ocasiona ineficiencias en las unidades de tratamiento y aumenta el uso de insumos, lo que deriva en costos adicionales para depurar el agua.

Con la puesta en marcha de la PTAR fueron obtenidas mejorías resaltables de la calidad del agua vertida al río Desbaratado, ya que antes del año 2015 solo existían las trampas de grasa, por lo tanto, no cumplía con la normatividad vigente, afectando los ecosistemas acuáticos y los usos recreativos de este afluente.

## 15. CONCLUSIONES

Mediante la realización del diagnóstico ambiental a la planta de tratamiento de aguas residuales se permitió establecer que en el sistema de tratamiento es necesario implementar rutinas de mantenimiento con mayor frecuencia debido a que la acumulación de lodos, residuos ordinarios, ingreso de aguas calientes (más de 60°C), fallas en los aireadores y proliferación de especies indicadoras (buchón de agua) disminuyen los porcentajes de remoción de contaminantes y el oxígeno disuelto del agua.

A partir de los resultados obtenidos en las matrices de actividades susceptibles a producir impactos (ASPI) se determinó que el 60% de los impactos ambientales generados por la empresa están concentrados en los procesos de molinos y elaboración, debido a que en estos se utilizan mayor cantidad de insumos químicos, se evidencian más fugas de agua, derrames de masa, mieles, grasas y aceites, además de maquinaria con fallas de mantenimiento.

La evaluación ambiental permitió resumir y jerarquizar los impactos ambientales generados por la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, al mismo tiempo se destacaron las afectaciones más influyentes al medio ambiente que en su orden fueron: la contaminación del recurso hídrico con el 24% de las interacciones, generación de lodos residuales y material ordinario proveniente de la limpieza de las trampas de grasa, sedimentador y recipiente con cal viva con el 17% de las interacciones y mejoramiento en la calidad del recurso hídrico con la puesta en marcha de la planta de tratamiento de aguas residuales con un 17% de las interacciones analizadas. Adicionalmente las encuestas, entrevistas y lista de chequeo se evidenciaron falencias en la apropiación de conceptos teóricos básicos en aguas residuales y aspectos normativos generales.

El diseño del plan de manejo ambiental permite obtener una disminución ostensible de los impactos generados por las aguas residuales producidas por el trapiche Lucerna, ayuda a mejorar la eficiencia del sistema de tratamiento, proponer herramientas visuales para el control de vertimientos, promover la

educación ambiental y minimizar los impactos negativos ocasionados en las actividades de pretratamiento, tratamiento primario y mantenimiento de la PTAR.

## **16. RECOMENDACIONES**

El conocimiento de los impactos ambientales que se presenta en el trapiche Lucerna se convierte en una oportunidad para fortalecer el departamento de gestión ambiental de la empresa, realizar las acciones necesarias para mejorar la operación, mantenimiento y control de vertimientos de la PTAR, para tal fin, se convierte en una herramienta de gran utilidad el diseño e implementación de un plan de manejo ambiental que proponga estrategias encaminadas a la preservación del medio ambiental, promoción del desarrollo sostenible, preservación de los recursos naturales de la zona de influencia y minimizar las pérdidas generadas por las fugas y derrames que se ocasionan en los procesos de la empresa.

Las actividades de limpieza de las unidades de tratamiento elevan el nivel de agua de las acequias, lo cual provoca inundaciones en la planta de producción, haciendo necesario habilitar desagües alternos en la entrada de las trampas de grasas, instalación de rejillas de mayor tamaño en los barrotes e implementación de formatos normalizados en los cuales se documente la frecuencia de las limpiezas de los dispositivos de contención primaria y en corto plazo realizar rutas de calidad para prevenir y corregir posibles fallas antes de que se realicen los mantenimientos a estos dispositivos.

Se hace necesario disminuir la temperatura de las aguas que ingresan a la planta de tratamiento ya que estas superan los 60°C esto influye en la disminución del oxígeno disuelto, propiciando las condiciones para el crecimiento de especies invasoras como buchón de agua y dificultan el mantenimiento especialmente de las trampas de grasa; por tanto para corregir esta problemática se debe instalar una bomba tipo Venturi la cual permitiría enfriar el afluente entrante y le aportaría oxígeno con lo cual se mejoraría la calidad de los vertimientos generados por la empresa. De la misma forma es necesario realizar los cálculos de la tasa de crecimiento del buchón de agua con el fin de programar su retiro de las piscinas de sedimentación y estabilización, cabe resaltar que esta especie sirve como depurador de aguas, pero cuando ocupa grandes extensiones de agua trae afectaciones a la calidad del agua y genera olores ofensivos.

Es indispensable promover la articulación entre el departamento ambiental y mantenimiento ya que esto permitiría mayor eficiencia en la detección de fugas y su corrección según sea el caso, además de ello es necesario implementar rutinas de mantenimiento para las unidades de tratamiento primario, para identificar problemas en rodamientos, piñonera, llaves de apertura y cierre, aireadores entre otros.

Es de suma importancia la aplicación de herramientas visuales para identificar los vertimientos o derrames más relevantes que se presentan en el trapiche Lucerna y que ocasionan impactos ambientales y pérdidas económicas a la empresa, además de ello es necesario el compromiso de la dirección para facilitar los recursos necesarios para llevar a cabo la implementación de estas técnicas.

Se debe promover la capacitación continua del personal que labora en la empresa para que se realice de manera adecuada la disposición de residuos peligrosos, apropiación de conceptos básicos en: planes de emergencia y operación básica de plantas de tratamiento para que identifiquen los impactos ambientales y el aporte que cada uno genera desde las realización de sus actividades en los sitios de trabajo; adicionalmente la planta de tratamiento de aguas residuales necesita otro operario para que se lleve mayor control en la misma y sean más efectivos los controles en caso de presentarse alteración en la calidad de los vertimientos tratados.

## 17. BIBLIOGRAFÍA

- Acnur.org. (2019). *Informe mundial de naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019*. Obtenido de <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>
- Acuatecnica. (05 de Junio de 2017). *Situacion de las aguas residuales* . Obtenido de <http://acuatecnica.com/la-situacion-del-tratamiento-aguas-residuales-colombia/>
- Aguayo , C. (2016). *Estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario segun la cartilla de seleccion en base a las condiciones del sitio sector de patate*. Ambato : Facultad de ingenieria civil y mecánica universidad de Ambato. Obtenido de <file:///C:/Users/ALOMIA/Downloads/Tesis%20116%20-%20Aguayo%20Astudillo%20Christian%20David.pdf>
- Alcaldia de Bogotá. (10 de Agosto de 2010). *Resolucion 1508 procedimientos para el recaudo de los recursos provenientes de las medidas adoptadas por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desestimular su uso excesivo*. Obtenido de [www.alcaldiabogota.gov.co/sisjurMantenimiento/normas/Norma1.jsp?i=40104](http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjurMantenimiento/normas/Norma1.jsp?i=40104)
- Alcaldia de Florida. (24 de Octubre de 2018). Obtenido de Plan de ordenamiento territorial: <http://www.florida-valle.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Bohorques , L. (2015). *La importancia del plan de manejo ambiental para la formulacion de estrategias de aprovechamiento industrial y economico de lo residuos de la cadena piscicola*. Bogota: Universidad Militar Nueva Granada y Universidad de La Salle. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6256/LA%20IMPORTANCIA%20DEL%20PLAN%20DE%20MANEJO%20AMBIENTAL%20PARA%20LA%20FORMULACION%20DE%20ESTRATEGIAS%20DE%20APROVECHAMIENTO%20INDUSTRIAL%20Y%20ECONOMICO%20DE%20LOS%20RESIDUOS%20DE%20LA%2>
- Buitrago , L. (2017). *Diagnóstico de la planta de tratamiento de aguas residuales en Tunja* . Tunja: Creative commons. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14554/1/Diagnostico%20de%20la%20planta%20de%20tratamiento%20de%20agua%20PTAR%20residual%20de%20Tunja%20-%20Boyac%C3%A1.pdf>
- Campos , Y., & Parra , G. (2010). *Diagnostico ambiental de la planta de reciclaje de plasticos ARB, basado en la norma NTC-ISO 14001*. Bogota: Universidad libre. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/403128171/DIAGNOSTICO-AMBIENTAL-DE-LA-PLANTA-DE-RECICLAJE-DE-PLASTICOS-pdf>

- Cardenas, Y. (Abril de 2000). *Coagulación y floculación* . Obtenido de :  
[sedapal.com.pe/c/document\\_library/get\\_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154](http://sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154)
- Cardona , C., & Restrepo , A. (2015). *Listas de chequeo* . Obtenido de :  
[osdeencuentro.weebly.com/uploads/2/2/3/6/22361874/listas\\_de\\_chequeo.pdf](http://osdeencuentro.weebly.com/uploads/2/2/3/6/22361874/listas_de_chequeo.pdf)
- Cenicaña. (30 de Diciembre de 2016). *Lucerna nuevo socio de Cenicaña*. Obtenido de :  
<https://www.cenicana.org/web/ci/noticiasci/item/736-lucerna-nuevo-donante-de-cenicana>
- Condorchem. (05 de Septiembre de 2018). *Caracterizacion del agua residual*. Obtenido de  
<https://blog.condorchem.com/caracterizacion-del-agua-residual/>
- Conesa, V. (Noviembre de 2006). *Guía metodológica para la evaluación ambiental* . Obtenido de :  
[http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia\\_metodologica\\_impacto\\_ambiental.pdf](http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia_metodologica_impacto_ambiental.pdf)
- Congreso de Colombia. (5 de Febrero de 2005). *Ley 9 de 1979*. Obtenido de :  
[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf)
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (15 de Julio de 2002). *Conpes 3177 de 2002*. Obtenido de  
<http://www.minvivienda.gov.co/conpesagua/3177%20-%202002.pdf>
- Coria , D. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *redalyc.org*, 125-135. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/877/87702010.pdf>
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (24 de Abril de 2012). *Ley 1523 de 2012*. Obtenido de :  
[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=47141](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=47141)
- Diaz , H., & Caballero, J. (2015). *Simulación de una planta de tratamiento de aguas residuales y su análisis Técnico*. Lima : Universidad Nacional de La Amazonía Peruana. Obtenido de  
[http://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4712/Heidy\\_Tesis\\_Titulo\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4712/Heidy_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ecured. (2011). *Proceso del azucar*. Obtenido de :  
[http://www.ecured.cu/Archivo:Proceso\\_del\\_azucar.jpg](http://www.ecured.cu/Archivo:Proceso_del_azucar.jpg)
- Ecured. (2012). *Proceso de fabricación de azucar* . Obtenido de :  
[https://www.ecured.cu/Proceso\\_de\\_fabricaci%C3%B3n\\_del\\_az%C3%BAcar\\_de\\_ca%C3%B1a](https://www.ecured.cu/Proceso_de_fabricaci%C3%B3n_del_az%C3%BAcar_de_ca%C3%B1a)
- Ecured. (10 de Enero de 2018). *tratamiento de aguas residuales* . Obtenido de :  
[https://www.ecured.cu/Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales](https://www.ecured.cu/Tratamiento_de_aguas_residuales)
- El espectador. (4 de Noviembre de 2014). *Colombia trata únicamente el 10% de sus aguas residuales*. Obtenido de : <http://blogs.elespectador.com/actualidad/el-rio/colombia-trata-unicamente-el-10-de-sus-aguas-residuales>



- Espigares , M., & Perez, J. (s/f). *http://cidta.usal.es*. Obtenido de [http://cidta.usal.es: http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas\\_Residuales\\_composicion.pdf](http://cidta.usal.es: http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf)
- Fedepanela. (Junio de 2010). *Decreto 1594 de 1984*. Obtenido de [https://fedepanela.org.co/gremio/wp-content/uploads/2019/04/DECRETO\\_1594\\_DE\\_1984.pdf](https://fedepanela.org.co/gremio/wp-content/uploads/2019/04/DECRETO_1594_DE_1984.pdf)
- Galeano , L. (2016). *Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de agua residual por zanjón de oxidación para el casco urbano del municipio de Vélez -santander*. Bogota : Creative commons . Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13930/4/PROPUESTA%20DE%20DISEÑO%20DE%20UNA%20PLANTA%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20AGUA%20RESIDUAL%20POR%20ZANJÓN%20DE%20OXIDACIÓN%20PARA%20EL%20CASCO%20URBANO%20DEL%20MUNICIPIO%20DE%20VELEZ%20-SANTANDER..pdf>
- García , M., Sánchez, F., Marín , R., Guzmán , H., & Verdugo , N. (2000). *El agua* . Obtenido de : <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
- Grn.cl. (2018). *www.grn.cl*. Obtenido de [www.grn.cl](http://www.grn.cl): <https://www.grn.cl/evaluacion-ambiental.html>
- Guillermo. (24 de Febrero de 2012). *Metodos de aireación* . Obtenido de : <https://es.slideshare.net/guillermo150782/aireacin>
- Guaquipana, E. (2016). *Diseño de un sistema de depuración de aguas residuales para el sector de guanujo* . Ambato : Facultad de ingeniería civil y mecánica . Obtenido de <file:///C:/Users/ALOMIA/Downloads/Tesis%201014%20-%20Guaquipana%20Pat%20C3%ADn%20Edwin%20Gonzalo.pdf>
- IDEAM. (S/f). *Aguas residuales*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021318/03TextoCompleto.pdf>
- Incauca S.A. (s/f). *Proceso para la elaboración de azúcar* . Obtenido de : [https://www.incauca.com/wp-content/uploads/2016/05/PROCESOS\\_ESPANOL.pdf](https://www.incauca.com/wp-content/uploads/2016/05/PROCESOS_ESPANOL.pdf)
- Ingenio Mayagüez. (2013). *Proceso para elaborar azúcar ingenio Mayagüez*. Obtenido de : <http://www.ingeniomayaguez.com/procesos/proceso-azucar?showall=&start=2>
- Ingenio providencia. (s/f). *Procesos del ingenio Providencia* . Obtenido de : [https://www.ingprovidencia.com/wp-content/uploads/2016/05/Procesos\\_de\\_Ingenio\\_Providencia.pdf](https://www.ingprovidencia.com/wp-content/uploads/2016/05/Procesos_de_Ingenio_Providencia.pdf)
- Ingenio Risaralda. (2018). *Procesos para la fabricación de azúcar* . Obtenido de : <https://www.ingeniorisaralda.com/es/ipaginas/ver/G266/63/Elaboraci%C3%B3n/>
- Ingesam. (19 de Julio de 2019). Informe caracterización. (C. A. Alomia, Entrevistador)
- Invemar. (S/f). *Diagnosticos ambientales* . Obtenido de : [www.invemar.org.co/diagnosticos-ambientales](http://www.invemar.org.co/diagnosticos-ambientales)

- Ledesma, I. (23 de Julio de 2019). Caraterizacion de vertimientos . (C. Alomia, Entrevistador)
- Leon , J., & Correa , J. (S/F). *biblioteca.semarnat.gob.mx*. Obtenido de biblioteca.semarnat.gob.mx:  
<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001413.pdf>
- Medina, M. (S/f). *Conceptos caudal* . Obtenido de <https://mauriciomedinasierra.wordpress.com/primer-corte/conceptos/caudal/>
- Mercado, A. (23 de Agosto de 2013). *Lagunas de estabilización* . Obtenido de :  
[https://aquaknow.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/3.lagunas\\_de\\_estabilizacion\\_0.pdf](https://aquaknow.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/3.lagunas_de_estabilizacion_0.pdf)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2011). *Ley 2811 de 1974*. Obtenido de :  
<http://www.corporinoquia.gov.co/files/NORMATIVIDAD%20GESTION%20AMBIENTAL/decreto-ley-2811-de-1974.pdf>
- Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible. (25 de Octubre de 2010). Decreto 3930 de 2010. Bogota, Distrito capital , Colombia. Obtenido de  
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>
- Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible. (25 de Julio de 2018). *www.andi.com.co*. Obtenido de *www.andi.com.co*:  
<http://www.andi.com.co/Uploads/RES%201402%20DE%202018.pdf>
- Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible . (7 de Septiembre de 2015). Decreto 0631 de 2015. Bogota, Distrito Capital, Colombia. Obtenido de  
<http://www.aguasdebuga.net/intranet/sites/default/files/Resoluci%C3%B3n%200631%20de%202015-Calidad%20vertimientos.pdf>
- Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible. (18 de Abril de 2015). *Decreto 0631 de 2015*. Obtenido de :  
[https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/OtraNormativa/R\\_MADS\\_0631\\_2015.pdf](https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/OtraNormativa/R_MADS_0631_2015.pdf)
- Naciones unidas. (2015). *Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*. Obtenido de  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Notijenck. (Agosto de 2013). *Determinacion rápida de la carga orgánica*. Obtenido de  
<https://www.notijenck.com.ar/notas/determinacion-rapida-de-la-carga-organica-mitos-y-verdades>
- Organización panamericana para la salud. (2005). *Reporte mundial de aguas* . Obtenido de :  
<https://www.paho.org/hq/index.php?lang=es>
- Pérez, L., Mazille, F., & Spuhler, D. (02 de Diciembre de 2018). *Tecnologías de saneamiento de aguas para el abastecimiento* . Obtenido de : <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/coagulaci%C3%B3n-floculaci%C3%B3n-y-separaci%C3%B3n>

- Rios, M., & Sanchez, F. (2017). El manejo de los residuales líquidos industria de azúcar y sus derivados en Cuba. *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*, 59-63. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/319720336\\_El\\_manejo\\_de\\_los\\_residuales\\_liquidos\\_de\\_la\\_industria\\_del\\_azucar\\_y\\_sus\\_derivados\\_en\\_Cuba\\_en\\_el\\_contexto\\_de\\_las\\_legislaciones\\_ambientales\\_actuales](https://www.researchgate.net/publication/319720336_El_manejo_de_los_residuales_liquidos_de_la_industria_del_azucar_y_sus_derivados_en_Cuba_en_el_contexto_de_las_legislaciones_ambientales_actuales)
- Santiesteban, I. (Mayo de 2014). Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales líquidos de la Industria azucarera Colombiana y la Contaminación Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del Río Tana. *Revista caribeña de ciencias sociales*, 57. Obtenido de <http://caribeña.eumed.net/tratamiento-residuos-liquidos/>
- Sis.valledelcauca. (2018). *Reseña histórica de Florida*. Obtenido de <http://sis.valledelcauca.gov.co/plan-desarrollo/florida>
- Sistema de información ambiental de Colombia . (2010). *www.siac.gov.co*. Obtenido de *www.siac.gov.co*: <http://www.siac.gov.co/gestionagua>
- Sistema de información ambiental de Colombia. (2015). *Residuos peligrosos*. Obtenido de <http://www.siac.gov.co/residuos peligrosos>
- Tilley, E., Ulrich, L., & Lüthi, C. (13 de Diciembre de 2018). *Tecnologías de saneamiento* . Obtenido de : <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento/tratamiento-semi-centralizado/laguna-de-sedimentaci%C3%B3n-espesamiento>
- Toro , J. (Septiembre de 2007). *Evaluación ambiental*. Obtenido de : <https://vdocuments.site/articulo-evaluacion-ambiental.html>
- Twenergy. (10 de Abril de 2019). *El tratamiento de aguas residuales en Colombia* . Obtenido de <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/como-ahorrar-agua/el-tratamiento-de-aguas-residu>
- Universidad Nacional de Avellaneda. (2018). *www.studocu.com*. Obtenido de *www.studocu.com*: <https://www.studocu.com/en/u/3625483>
- Vazques , G. (2013). *Panorama del tratamiento de aguas residuales con tecnología anaerobia en la Costa Atlántica Colombiana*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/49437/1/panorama%20del%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20con%20tecnologia%20anaerobia%20en%20la%20costa%20atlantica%20colombiana.pdf>
- Viracucha , F. (2012). *Tratamiento Biológico De Aguas Residuales generadas En Un Ingenio Azucarero con la Tecnología de Lodos Activados*. Quito: Universidad Central de Ecuador. Obtenido de [https://www.academia.edu/17573426/Tratamiento\\_biologico\\_de\\_aguas\\_residuales\\_de\\_un\\_ingenio](https://www.academia.edu/17573426/Tratamiento_biologico_de_aguas_residuales_de_un_ingenio)

Wastech. (24 de Febrero de 2016). *Qué es una trampa de grasa y para qué sirve*. Obtenido de <http://wastechcr.com/2016/02/24/trampas-de-grasa/>

Zambonino, J. (Enero de 2013). *www.dspace.uce.edu.ec*. Obtenido de [www.dspace.uce.edu.ec](http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/609/1/T-UCE-0012-141.pdf): <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/609/1/T-UCE-0012-141.pdf>


## 18. ANEXOS

### Anexos 1: Formato encuesta de conocimientos básicos en aguas residuales y aspectos normativos

Empresa  Trapiche Lucerna		Versión: 002		
		Fecha:		
Nombre		Proceso		
Cargo				
Contestar Si o No al frente de cada pregunta		SI	NO	Observaciones
1	Conoce que es un vertimiento			
2	Sabe usted que es una planta de tratamiento de aguas residuales			
3	Tiene conocimiento si en la empresa hay una PTAR y donde está ubicada			
4	Identifica que río o afluente recibe los vertimientos generados por la empresa			
5	En el proceso que usted trabaja maneja residuos líquidos considerados como peligrosos, si su respuesta es sí donde los vierte			
6	Ha recibido capacitaciones sobre la operación de la PTAR			
7	Puede identificar los beneficios que genera el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales			
8	Sabe quién o quiénes son los responsables de la operación de la PTAR			

9	Conoce que entidad vigila que la planta de tratamiento de aguas residuales esté funcionando			
10	Sabe si existe un departamento o area está encargado de los temas ambientales en la empresa			

## Anexos 2: Formato para identificar los residuos peligrosos generados

	<b>FORMATO PARA PESAJE DE RESIDUOS PELIGROSOS Y ESPECIALES</b>	<b>CÓDIGO:</b>
	<b>PROCEDIMIENTO RELACIONADO: GESTIÓN AMBIENTAL Y SYSO</b>	<b>VERSIÓN:</b>
		<b>PÁGINAS:</b> Página 159

[illegible]

**Anexos 3:Lista de chequeo para identificar puntos críticos donde se generan vertimientos**

<b>Empresa:</b>  Trapiche Lucerna		<b>Fecha:</b>		<b>Versión:</b>
<b>Elaborado por</b>				
<b>Objetivo</b>				
<b>Alcance</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Proceso</b>	<b>Tipo de vertimiento</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Responsable</b>
1				
2				
3				
4				



#### Anexos 4:Charlas de sensibilización

